ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1974 — N° 79

Etude d'une unité de déshydratation agricole dans le Finistère

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ETAT)

Présentée et soutenue publiquement en 1974

DEVANT

L'UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER DE TOULOUSE

PAR

PETILLON Yves, Joseph, Guy, Marie

Né le 5 Août 1947 à BRIEC (Finistère)

Jury :

Président M. GAYREL, Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Assesseurs M. FALIU, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

M. ESPINASSE, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

TOULOUSE

IMPRIMERIE DU VIGUIER

6, rue Ninau, 6

1974

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549602_0035

Etude d'une unité de déshydratation agricole dans le Finistère

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1974 — N° 79

Etude d'une unité de déshydratation agricole dans le Finistère

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ETAT)

Présentée et soutenue publiquement en 1974

DEVANT

L'UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER DE TOULOUSE

PAR

PETILLON Yves, Joseph, Guy, Marie

Né le 5 Août 1947 à BRIEC (Finistère)

Jury :

Président M. GAYREL, Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Assesseurs M. FALIU, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

M. ESPINASSE, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse

TOULOUSE
IMPRIMERIE DU VIGUIER
6, rue Ninau, 6

1974

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

DIRECTEUR ..... MM. LAUTIE
DIRECTEURS HONORAIRES ..... PONS, DARRASPEN, FLORIO
PROFESSEUR HONORAIRE ..... LOMBARD

PERSONNEL ENSEIGNANT

Chaire de Pharmacie et Toxicologie.
Professeur titulaire ..... M. **Godfrain**
Maître-Assistant agrégé ..... Mme **Burgat-Sacaze**

Pharmacie et Toxicologie

Chaire de Physique et Chimie Biologiques et Médicales.
Professeur titulaire ..... M. **Rico**
Maître-Assistant ..... M. **Braun**

Physique biologique et médicale
Chimie biologique et médicale

Chaire d'Anatomie des Animaux domestiques.
Professeur titulaire ..... M. **Pavaux**

Anatomie descriptive - Extérieur
Anatomie appliquée - Tératologie

Chaire de Physiologie et Thérapeutique.
Professeur titulaire ..... MM. **Ruckebusch**
Maître de Conférences, non Chef de Service ..... **Fargeas**
Maître-Assistant ..... **Toutain**

Physiologie - Thérapeutique et Pharmacodynamie

Chaire d'Histoire - Anatomie Pathologique.
Professeur titulaire ..... MM. **Van Haverbeke**
Professeur sans Chaire ..... **Cabanié**
Maître-Assistant ..... **Magnol**

Histologie - Embryologie - Anatomie Pathologique

Chaire d'Hygiène et Industrie des Aliments d'origine animale.
Professeur titulaire ..... MM. **Labie**
Maître-Assistant ..... **Eeckhoutte**
Maître-Assistant ..... Mlle **Brisay**

Hygiène, Inspection, Contrôle et Technologie des Denrées alimentaires d'origine animale

Chaire de Parasitologie et Maladies Parasitaires.
Professeur titulaire ..... MM. **Brizard**
Maître de Conférences, non Chef de Service ..... **Dorchies**

Zoologie appliquée - Parasitologie externe
Parasitologie interne - Clinique

Chaire de Séméiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores.
Professeur titulaire ..... MM. **Florio**
Professeur sans Chaire ..... **Lescure**
Maître-Assistant ..... **Gueifi**

Séméiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores
Législation Vétérinaire et Déontologie - Clinique

Chaire de Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour.
Maître-Assistant ..... MM. **Tournut**
Professeur titulaire ..... **Espinasse**
Professeur sans Chaire ..... **Bézille**

Séméiologie et Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour - Clinique
Clinique ambulatoire

Chaire de Pathologie Chirurgicale.
Professeur titulaire ..... MM. **Cazieux**
Maître-Assistant ..... **Dickelé**
Maître-Assistant ..... **Genevois**

Propédeutique et Séméiologie Chirurgicale
Technique Chirurgicale - Pathologie Chirurgicale

Chaire de Pathologie de la Reproduction.
Professeur titulaire ..... MM. **Berthelon**
Professeur sans Chaire ..... **Royal**
Maître-Assistant ..... **Tainturier**

Séméiologie et Propédeutique
Pathologie de la Reproduction - Obstétrique - Clinique

Chaire de Maladies Contagieuses - Zoonoses Législation Sanitaire.
Professeur titulaire ..... MM. **Saurat**
Maître de Conférences, non Chef de Service ..... **Chantal**

Maladies Contagieuses - Zoonoses
Législation Sanitaire

Maître-Assistant ..... M. **Ganière**

Chaire de Pathologie générale - Microbiologie Immunologie.
Professeur titulaire ..... MM. **Lautié**
Maître-Assistant ..... **Meignier**

Microbiologie - Immunologie - Pathologie générale

Chaire de Zootechnie et Economie Rurale.
Professeur titulaire ..... MM. **Queinnec**
Maître-Assistant ..... **Darre**

Ethnologie - Génétique appliquée - Hygiène générale
Zootechnie - Elevage
Economie générale et des Productions animales

Chaire d'Alimentation.
Professeur titulaire ..... M. **Fallu**
Maître de Conférences, non Chef de Service ..... **Griess**
Maître-Assistant ..... **Paragon**

Botanique appliquée et Bromatologie
Agronomie - Alimentation

COURS COMPLEMENTAIRES — CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Antibiothérapie des Maladies infectieuses ..... MM. **Monnier**
Aspect médical des Zoonoses ..... **Armengaud**
Energétique ..... **Labouche**
Initiation à l'Informatique Biomédicale ..... **Fernet**
Agronomie ..... **Combret**
Métabolisme ..... **Raynaud**

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats.
(Délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924)

UNIV. LEIDEN BIBL.

A MES PARENTS

A MA FEMME

A TOUTE MA FAMILLE

A TOUS MES AMIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur *GAYREL*
de l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence du jury de notre thèse.

Hommages respectueux.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur FALIU
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui a bien voulu accepter le sujet de notre thèse.
Qu'il veuille bien trouver l'expression de notre vive gratitude et de notre profond respect.

Monsieur le Professeur ESPINASSE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Que nous remercions d'avoir accepté de faire partie de notre jury.

Hommages respectueux.

Monsieur **GRIESS**, Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Avec vigilance, vous avez guidé la rédaction de ce travail.

Qu'il soit une modeste preuve de notre respectueuse reconnaissance.

A TOUS NOS MAITRES
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Hommages respectueux.

PLAN

INTRODUCTION

A - **LA DESHYDRATATION**

A - I - TECHNOLOGIE DE LA DESHYDRATATION

A - I - 1 - Température de déshydratation

A - I - 2 - Présentation du produit frais

A - I - 3 - Différents types de déshydrateuses

A - I - 4 - Agglomération du produit déshydraté

A - I - 5 - Définition du produit obtenu

A - I - 6 - Caractéristiques de fonctionnement des déshydrateuses

A - II - AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA DESHYDRATATION

A - II - 1 - Avantages

A - II - 2 - Inconvénients

A - II - 3 - Conséquences

A - III - LE FOURRAGE DESHYDRATE

A - III - 1 - Composition minérale et fourragère

A - III - 2 - Modifications du végétal entraînées par la déshydratation

A - IV - VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES DESHYDRATES

A - IV - 1 - Modifications de la digestibilité :

A - IV - 1 - a - Action de la déshydratation elle-même

A - IV - 1 - b - Action du broyage et de l'agglomération

A - IV - 1 - b - a - Effets généraux du condensage

A - IV - 1 - b - b - Effets de l'agglomération sous forme compactée

A - IV - 1 - b - c - Effets de l'agglomération sous forme comprimée

A - IV - 2 - Effets de l'agglomération sur l'acceptabilité du fourrage

A - IV - 3 - Maintien d'un état de santé

A - V - MODIFICATIONS OBSERVEES CHEZ L'ANIMAL NOURRI AUX FOURRAGES DESHYDRATES AGGLOMERES

A - V - 1 - Modifications du comportement alimentaire de l'animal :

A - V - 1 - a - Temps de consommation et fréquence des repas

A - V - 1 - b - Diminution de la salivation

A - V - 1 - c - La rumination

A - V - 2 - Modifications au niveau des réservoirs digestifs :

A - V - 2 - a - La population microbienne

A - V - 2 - b - Modifications physiologiques

A - V - 3 - Utilisation des produits déshydratés et agglomérés

A - VI - LES FOURRAGES DESHYDRATES POUR L'ALIMENTATION DES BOVINS

A - VI - 1 - Utilisation par le veau

A - VI - 2 - Utilisation par la vache laitière

A - VI - 3 - Utilisation par les bovins producteurs de viande

B - **L'UNITE DE DESHYDRATATION DE CAST**

B - I - SITUATION GEOGRAPHIQUE

B - I - 1 - Caractéristiques de la région

B - I - 2 - Situation agricole de la plaine du Porzay

B - II - FONCTIONNEMENT DE L'UNITE DE DESHYDRATATION

B - II - 1 - Le groupe coopératif

B - II - 2 - L'atelier de déshydratation

B - II - 3 - Programme de travail

B- II - 4 - Fourrages traités

B - III - COUT FINANCIER DE L'UNITE

B - III - 1 - Prix d'installation

B - III - 2 - Frais de fonctionnement

B - III - 3 - Prix de revient du fourrage déshydraté

B - IV - UTILISATION DU FOURRAGE DESHYDRATE PRODUIT

C - **RESULTATS ET DISCUSSION**

C - I - RESULTATS OBTENUS

C - I - 1 - Chez la vache laitière

C - I - 2 - Chez le taurillon de boucherie :

C - I - 2 - a - Résultats de la Maison de l'Elevage du Finistère

C - I - 2 - b - Résultats obtenus chez un éleveur

C - I - 2 - c - Résultats comparatifs entre l'alimentation aux fourrages ensilés et aux fourrages déshydratés.

C - II - DISCUSSION ECONOMIQUE

C - II - 1 - Facteurs entraînant une variation du prix de revient de la déshydratation

C - II - 2 - Aperçu de la comptabilité des unités de déshydratation installés par UNICOPA en Bretagne

C - II - 3 - Mise de fonds pour l'ensilage

C - II - 4 - Prix de revient de l'hectare rentré sous forme déshydratée ou sous forme ensilée

C - II - 5 - Ce qu'apporte et ce que coûte lla déshydratation

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ABREVIATIONS UTILISEES

Ca	Calcium
CMV	Concentré Minéral Vitaminisé
ENA	Extractif Non Azoté
FFPN	Frisonne Française Pie Noire
GMQ	Gain Moyen Quotidien
HT	Hors Taxe
IC	Indice de Consommation
MAD	Matières Azotées Digestibles
MO	Matière Organique
MS	Matière Sèche
P	Unité Travailleur Homme
Pb	Phosphore
RG	Protéines brutes
RGI	Ray Grass
SAU	Ray Grass d'Italie
STH	Surface Arable Utile
TTC	Surface Toujours en Herbe
UF	Toutes Taxes Comprises
UNICOPA	Union Régionale de Coopératives Agricoles
UTH	Unité Fourragère

INTRODUCTION

« Quand sonnent les trompettes de la déshydratation en Bretagne » — « 150 déshydrateuses en perspective » — 1968 voit se construire en Bretagne, 3 ateliers de déshydratation : l'un à CAST, l'autre à PLOUNEVEZEL, le troisième à MALESTROIT. Devant l'attrait de cette nouvelle technique de conservation des fourrages, bon nombre d'éleveurs convaincus par les avantages de la méthode n'ont pas hésité à l'adopter, d'autres sont restés méfiants, tandis que d'autres s'y sont opposés.

L'une de ces trois usines, montées par l'UNICOPA, que nous nous proposons d'étudier, a été installée à CAST, dans le Finistère. Cet atelier de déshydratation dite agricole par opposition à la déshydratation industrielle pratiquée dans les régions productrices de luzerne, a pour but de déshydrater les fourrages produits sur les exploitations : herbe et maïs essentiellement. Cet atelier est apparu alors que parallèlement on voyait s'améliorer les techniques de l'ensilage.

Avec cette intensification fourragère se sont créées des unités d'engraissement de taurillons, la vache laitière continuant à bénéficier d'une alimentation variée : pâtures et aliments complémentaires à l'auge.

Devant une technique aussi séduisante au premier abord, nous avons essayé de faire une étude de l'atelier de déshydratation qui fonctionne depuis 7 années. Dans un premier temps,, nous envisagerons la déshydratation dans son ensemble, puis nous étudierons plus spécialement l'atelier de CAST. Nous essaierons enfin, de voir les incidences

zootechniques de ce nouveau type d'alimentation par rapport à l'alimentation classique à base d'ensilage. En conclusion, nous nous pencherons sur les problèmes économiques posés par une telle technique.

A - **LA DESHYDRATATION**

Déshydrater un fourrage c'est le sécher très rapidement, afin d'obtenir un fourrage qui ne renferme plus que 8 à 10 % d'humidité; ceci s'obtient avec des déshydrateuses, différentes les unes des autres. Après séchage, il faut conditionner le produit obtenu.

A - I - TECHNOLOGIE DE LA DESHYDRATATION

A - I - 1 - **Température de déshydratation :**

Actuellement, il existe deux modes de déshydratation des fourrages qui se distinguent par la température de séchage [57 - 63] : d'une part, la déshydratation des fourrages à basse température, d'autre part, la déshydratation à haute température.

La déshydratation des fourrages à basse température s'effectue entre 100 et 300 °C; elle se caractérise par une circulation mécanique du fourrage, avec un ou plusieurs passages.

A haute température, le fourrage est séché entre 800 et 1 000 °C, la température étant fonction de l'humidité initiale du fourrage. Dans ce type de machine, le transport du produit à sécher est un transport dit « pneumatique » : le fourrage est aspiré ou poussé par un ventilateur de forte puissance. Le temps de contact air chaud-fourrage est plus réduit que dans la déshydratation à basse température. A haute température, la circulation air chaud et fourrages peut se faire à courants croisés ou parallèles. En courant croisé,

les directions d'écoulement des gaz et du fourrage s'opposent; le fourrage est alors attaqué à tous les stades du séchage par un flux d'air de température et d'hygrométrie uniforme. Par contre, en courant parallèle, les gaz les plus chauds et les plus secs se chargent d'humidité et se refroidissent au fur et à mesure de la progression, alors que le fourrage sèche et s'échauffe. Il faut alors vérifier la température de l'air chaud et le temps de contact, pour ne pas griller le fourrage.

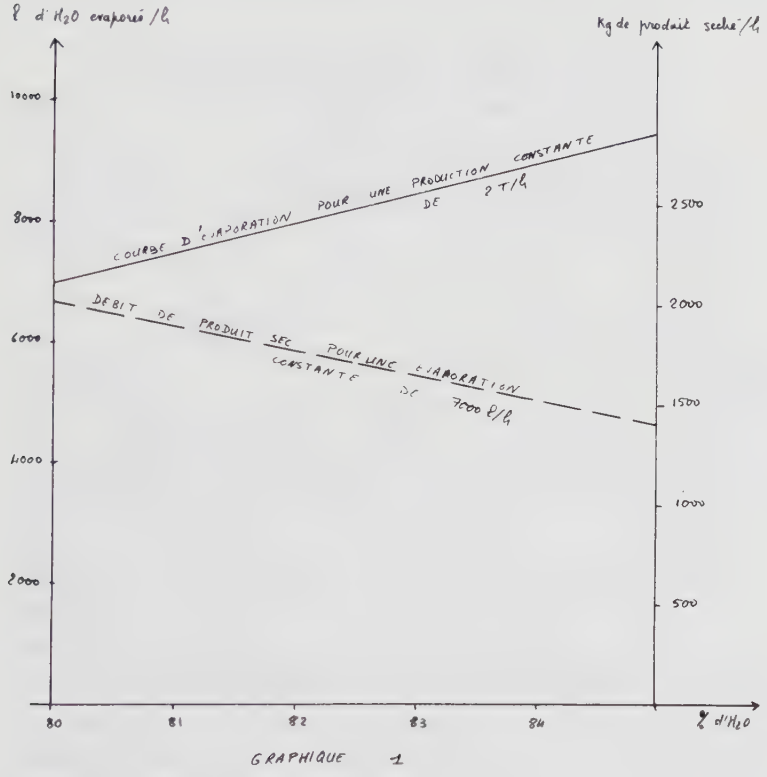
A - I - 2 - **Présentation du produit frais :**

La déshydratation ayant pour but d'enlever l'eau du fourrage, on peut dire que cette technique est applicable à n'importe quel produit, quelle que soit son humidité. Le pourcentage d'humidité du fourrage traité varie généralement de 75 à 85 % [57]. Un léger préfanage pourrait être utile pour diminuer le prix de revient de la déshydratation, mais il semble actuellement qu'un taux d'humidité de 70 % assure le meilleur rendement des déshydrateuses. Cenpendant, il ne faut pas oublier d'une part que, passé un stade optimum, la diminution de l'humidité du fourrage s'accompagne de la diminution de sa valeur nutritive (cf tableau 1).

Tableau 1 - Tableau de variations des quantités d'eau à évaporer et des productions de fourrage sec en fonction de l'humidité du fourrage récolté.

Humidité à l'entrée en %	Variations de quantité d'eau évaporée pour un débit constant de 2 000 kg par heure en litre	Débit de produit fini pour une évaporation constante de 7 000 l/h en kg
80	7 000	2 000
81	7 000 + 462,5 = 7 462,5	1 876
82	7 000 + 953,5 = 7 953,5	1 753
83	7 000 + 1 480 = 8 480	1 640
84	7 000 + 2 031 = 9 031	1 520
85	7 000 + 2 631 = 9 631	1 400

Si à partir de ces résultats, on trace la courbe de production du produit fini en fonction de l'humidité du fourrage, on s'aperçoit que la production varie en sens inverse du taux d'humidité (cf graphique n° 1).



GRAPHIQUE 1

Quand on sait que la déshydratation est un procédé coûteux, il n'y aura aucun avantage à sécher une herbe en pleine maturité; en effet, le produit sec obtenu ne pourra être rentabilisé à cause de la faible valeur nutritive du fourrage sur pied. Le produit frais peut être présenté sous forme longue ou hachée [57]. La forme longue convient pour les déshydrateuses à cases, à tapis transporteur, ou à tambour; la forme hachée est indispensable pour les déshydrateuses à transport pneumatique. Soulignons aussi l'importance de la longueur des brins pour la bonne marche de l'atelier de compactage du produit sec, et pour les animaux dont la rumination dépend de la présence d'une certaine proportion de brins longs.

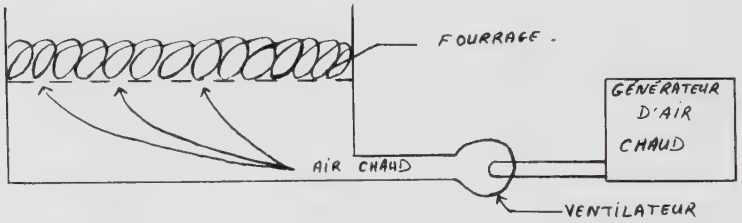
A - I - 3 - **Les différents types de déshydrateuses :**

Les déshydrateuses se classent généralement en quatre catégories que nous allons étudier succinctement dans l'ordre suivant [56 - 57 - 63] :

— la déshydrateuse à case
— la déshydrateuse à tablier transporteur
— la déshydrateuse à tambour
— la déshydrateuse pneumatique.

La déshydrateuse à case (schéma n° 1)

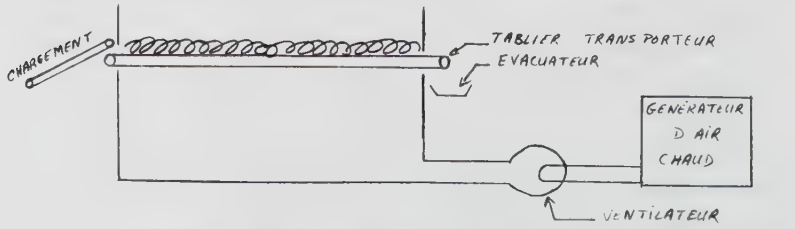
Schéma 1 - LA DESHYDRATEUSE A CASE



(D' Après Strasman et Montagu BTI N° 226 janv. 1968)

Dans ce type de machine fonctionnant à basse température, le chargement et le déchargement sont manuels. C'est le type le plus simple, mais le moins efficace, parce que les couches inférieures sont sèches avant les couches supérieures. On risque donc de griller les couches inférieures, si on ne considère que le séchage des couches supérieures.

Schéma 2 - LA DESHYDRATEUSE A TABLIER TRANSPORTEUR



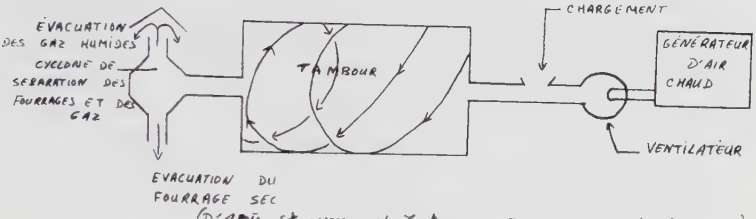
(D Après Strasman et Montagu BTI N° 226 janvier 1968)

La déshydrateuse à tablier transporteur (schéma n° 2)

Ce type de machine améliore le séchage, en imposant au fourrage plusieurs passages, si nécessaire, ce qui évite la pyrolyse.

La déshydrateuse à tambour (schéma n° 3)

Schéma 3 - LA DESHYDRATEUSE A TAMBOUR



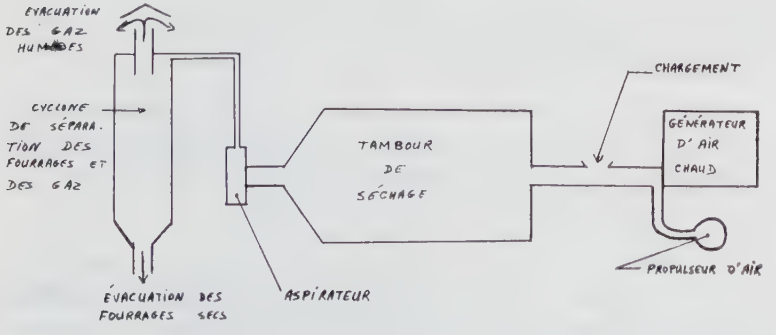
(D'après Strasman et Montagu BTI N° 226 janvier 1968)

Elle assure un séchage adéquat du fourrage en un seul passage, par réglage de la vitesse de rotation du cylindre; un système d'hélices ou de chicanes permet la progression de ce fourrage dans le tambour. Au cours de sa progression, le fourrage se sèche, tandis que l'air chaud se charge d'humidité, il se crée ainsi un équilibre air chaud-fourrage qui évite de le griller.

Les déshydrateuses pneumatiques (schémas n°s 4 et 5)

Dans les trois types de machines décrites précédemment, l'air chaud est entraîné par un ventilateur, et le trans-

Schéma 4 - LA DESHYDDRATEUSE PNEUMATIQUE

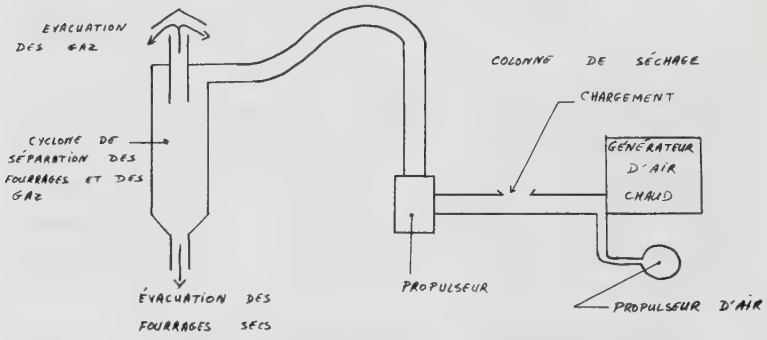


D'après Montagu fournées ITCF 24,25,26 janv. 1967

port du fourrage se fait mécaniquement. Dans la déshydrateuse pneumatique, si le fourrage progresse grâce à la rotation du tambour (quand il existe), son transport est assuré essentiellement par l'air chaud de séchage qui est le plus souvent aspiré, parfois propulsé ou les deux à la fois. On rencontre des déshydrateuses pneumatiques à tambour ou à colonnes, ou les deux associés.

Dans la déshydrateuse pneumatique à tambour, les particules sèches avant la fin de la progression s'échappent par aspiration, tandis que la rotation du tambour permet le brassage du fourrage.

Schéma 5 - LA DESHYDRATEUSE PNEUMATIQUE A COLONNE



(D'après Montage fournies ITCF 24,25,26 Janv. 1967 Paris)

Un autre système consiste à assurer le séchage dans une colonne : on parle alors de déshydrateuse à colonne. En séchant, les particules s'allègent et vont dans le cyclone de séparation entraînées par les gaz chauds.

Certaines déshydrateuses pneumatiques associent les deux types de machine; on obtient alors des déshydrateuses à tambour et à colonne, ou des déshydrateuses à colonne et à tambour, suivant l'ordre de montage.

Si perfectionnée soit-elle, la machine doit rester pour le chef de poste un engin dont il devra surveiller constamment le réglage, car deux lots de fourrages ne se ressemblent pas. On peut dire avec GASTINEAU [31] qu'il n'y a

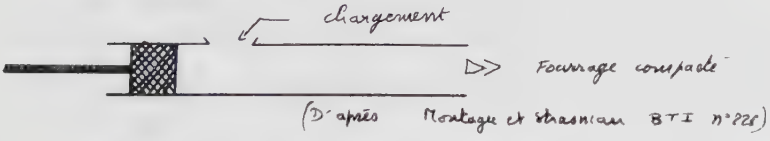
pas de réglage « passe-partout ». Le chef de poste devra donc tenir compte surtout de l'humidité initiale du fourrage, à laquelle peut s'ajouter une certaine humidité périphérique due à la pluviométrie ou à la rosée.

A - I - 4 - **Agglomération du produit déshydraté :**

Les produits secs sortant de la déshydrateuse se présentent sous un énorme volume. Pour assurer un stockage facile et une bonne conservation, il faut les agglomérer pour obtenir des granulés faciles à stocker et à manipuler. Cette granulation assurée par des presses à piston, à vis ou à rouleaux, dépend essentiellement de l'état du produit à la sortie du séchoir; c'est-à-dire du taux d'humidité et de la taille des brins. En effet, plus le fourrage est finement haché, plus son agglomération est difficile, car les granulés s'effritent. De plus, l'humidité du fourrage à la sortie du séchoir doit être inférieure à 27 % pour assurer une tenue correcte et suffisante des agglomérés, l'optimum étant de 10 à 12 % [59]. Notons que parfois il faut des liants pour parfaire la granulation [57].

Il existe donc trois types de presses qui donnent des granulés de taille différente [59] :

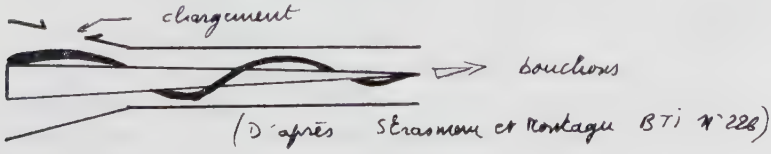
— **la presse à piston** (schéma n° 6)



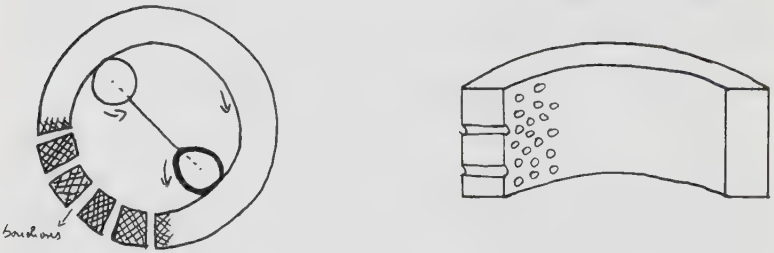
Avec cette presse à piston, le fourrage sort sous forme de rondelles de 45 à 65 millimètres de diamètre, appelées « croquettes ».

— **la presse à filière** (schéma n° 7)

Cette filière dont le diamètre varie de 12 à 22 millimètres, permet la production de « bouchons ».



— **la presse à rouleaux où à extrusion** (schémas n^{os} 8 9)

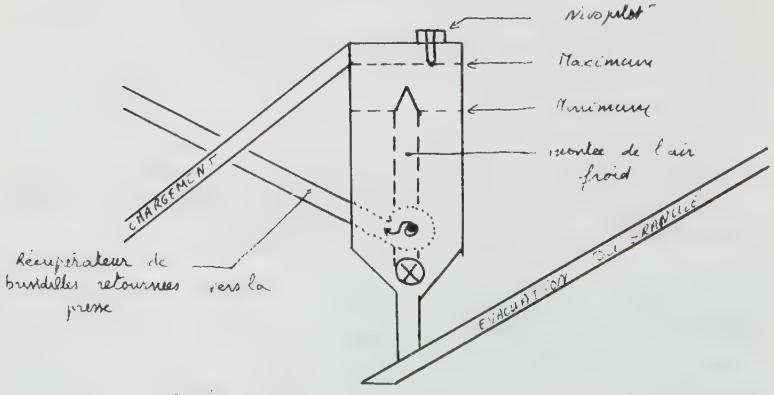


(D'après Montagu Journées I T C F 24, 25, 26 janv. 1967)

Le chargement de la presse se fait par le milieu. En tournant, les rouleaux poussent le fourrage dans les filières dont le diamètre varie de 12 à 22 millimètres, selon la taille des bouchons désirés. Pour éviter le blocage des rouleaux, il est préférable de broyer les fourrages auparavant.

A la sortie de la presse, le produit obtenu est encore chaud; de plus, au cours de l'agglomération dans la filière, il se produit un dégagement de chaleur qui atteint 60 à 90 °C; aussi est-il nécessaire de refroidir le granulé obtenu. Ce refroidissement a une importance capitale, car il assure une bonne conservation ultérieure des agglomérés [31 - 57]. Il s'effectue généralement dans un refroidisseur à colonne à « nivopilot » du type suivant (schéma n° 10).

Schéma 10 - PRINCIPE DU REFROIDISSEUR UTILISE A CAST



En conclusion, on peut dire que la déshydratation des fourrages comporte deux temps aussi importants l'un que l'autre pour la bonne conservation et la bonne valeur alimentaire du fourrage obtenu : il faut d'abord sécher le fourrage de façon à obtenir un produit contenant 8 à 12 % d'eau, puis le granuler convenablement, sans oublier de refroidir les granulés obtenus.

A - I - 5 - **Définition du produit obtenu :**

JARRIGE [57], DEMARQUILLY et ANDRIEUX [24] classent les produits obtenus en trois groupes, selon que le fourrage est broyé ou non après séchage, et selon le type de presse utilisée pour l'agglomérer. Ils distinguent donc :

— les fourrages déshydratés condensés,

— les fourrages déshydratés compactés,

— les fourrages déshydratés comprimés.

Les fourrages déshydratés condensés sont des fourrages broyés, réduits en poudre avant de les agglomérer dans une presse à filière (à vis ou à rouleaux). On obtient des « bouchons » ou « pellets » de 12 à 22 millimètres de diamètre.

Les fourrages déshydratés compactés sont des fourrages agglomérés, sans broyage préalable, dans une presse à filière (à vis ou à rouleaux). On obtient aussi des « bouchons » de 12 à 22millimètres de diamètre.

Les fourrages déshydratés comprimés sont des fourrages agglomérés dans une presse à piston, sans broyage préalable. On obtient alors des « croquettes » de 45 à 65 millimètres de diamètre.

A - I - 6 - **Caractéristiques de fonctionnement d'une déshydrateuse :**

Quatre paramètres caractérisent une usine de déshydratation : le débit de produit sec; la capacité d'évaporation; la température et le débit d'air de séchage; l'énergie nécessaire pour produire la matière sèche [57].

Le débit de produit sec, c'est la quantité de produit débité par heure. Il est fonction de la teneur en matière sèche du fourrage lui-même, de l'humidité initiale du produit à sécher, et de l'humidité finale du produit sec obtenu (généralement, 8 à 12 % d'eau après séchage). Il est également fonction de la température et du débit de l'air de séchage.

La capacité d'évaporation représente la quantité d'eau évaporée par la machine en une heure, pour ramener un kilo de produit de l'humidité initiale à l'humidité optimale de conservation. Cette capacité d'évaporation caractérise la taille des usines.

La température et le débit d'air chaud sont les caractéristiques fondamentales de la déshydratation. Ces deux facteurs sont modifiables en fonction de l'humidité du fourrage, et permettent de juger des capacités techniques d'un responsable de déshydrateuse. En effet, plus on augmente la température de l'air de séchage, plus il charge en eau; à ce moment là, il se produit un échauffement du fourrage, ce qui risque d'entraîner un phénomène de pyrolyse. Pour l'éviter, il faut régler le temps de contact air chaud-fourrage, en modifiant la vitesse de rotation du tambour déshydrateur. De plus, le débit d'air chaud de séchage est en rapport avec la quantité d'eau à évaporer, et la température de déshydratation.

L'énergie représente le travail nécessaire pour produire x kg de matière sèche. On compte en moyenne un besoin de 4 à 6 Kw pour produire 100 kg de matière sèche.

A - II - AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA DESHYDRATATION

A - II - 1 - **Avantages :**

Par rapport aux autres techniques de conservation des fourrages : fanage ou ensilage, la déshydratation présente des avantages certains, que nous allons essayer d'analyser [52 - 53].

Cette méthode permet de s'affranchir au mieux des conditions météorologiques. Si le temps est primordial

pour la fenaison, on peut théoriquement, avec la technique de déshydratation, ne pas en tenir compte, car l'usine peut sécher un fourrage, même très humide; mais cette opération comporte en pratique certains inconvénients : augmentation de la quantité d'eau à évaporer, limitation des possibilités de mouvements des récolteuses, et des engins de transport dans les champs.

Par rapport au fanage et au pâturage, les pertes sont faibles. Le gaspillage des fourrages par piétinement, les refus n'existent plus, de même que les dégradations dues aux intempéries. Ces pertes causées par les machines (chutes des feuilles surtout), lors de fenaison ou d'ensilage avec préfanage, diminuent considérablement. ZELTER [67] rapporte quelques chiffres (tableau 2) publiés par SHEPHERD et ses collaborateurs en 1954, au sujet des pertes quantitatives et qualitatives (en pourcentage), au champ, d'un fourrage mixte à 75 % de luzerne.

Pertes	Déshydratation artificielle en %	Fenaison au sol en %	Préfanage pour ensilage en %	Préfanage pour post-séchage en grange en %
MS	1,6 à 9,5	12,7 à 22,6	2,0 à 11,1	3,9 à 18,6
MAT	6,2 à 10,7	23,1 à 28,4	7,9 à 14,2	6,9 à 21,9
ENA	0,6 à 9,8	8,7 à 20,6	0,0 à 11,0	0,1 à 18,4

Tableau 3 - Pertes en principes nutritifs selon le procédé de conservation.

Ce tableau nous montre une nette réduction des pertes avec la déshydratation par rapport au fanage; toutefois, les pertes par ensilage ou par déshydratation sont pratiquement les mêmes. Ceci peut s'expliquer en partie par le fait que pour les deux types de conservation des fourrages, les appareils de récolte sont les mêmes, et peuvent être

responsables d'une certaine perte. Au cours de la déshydratation, on note des pertes par dégradation des fourrages en attente sur le carreau de l'usine. En effet, pour une marche normale de l'usine, un stock tampon est nécessarie pour compenser les temps d'arrêt des récolteuses. Mais au bout de quelques heures, le fourrage vert entassé fermente et ce, d'autant plus vite que la température initiale du tas vert est élevée. GASTINEAU [31] a enregistré des températures de l'ordre de 45 à 60 °C; il a constaté en même temps un jaunissement du fourrage et le développement d'une odeur butyrique. Enfin, le fourrage stocké à la température ambiante subit une sorte d'agression à l'entrée dans le tambour déshydrateur dont la température va de 700 à 1 000 °C, d'où quelques pertes encore dues à ce choc thermique.

La déshydratation présente l'avantage d'être une technique totalement mécanisable. Les servitudes de toutes les opérations de récolte et de traitement n'existent plus (en comparaison du fanage) : l'homme ne fait que diriger et contrôler les machines depuis la récolte jusqu'au stockage définitif du produit sec. Cette mécanisation supprime les corvées. La déshydratation permet une réutilisation rapide des terrains exploités : le problème de la repousse de l'herbe pâturée à ras et piétinée par les animaux se pose beaucoup moins, car l'éleveur peut pratiquement travailler en zéro-pâturage. Le sol est libéré rapidement après la récolte; la rotation régulière des parcelles est assurée, car il n'existe plus de champs plus ou moins bien fournis, que les bêtes pâturent lentement ou rapidement. La déshydratation permet d'étudier correctement la pousse des fourrages utilisés ou d'en implanter de nouveaux pour établir le calendrier annuel le plus long. Dans le cas précis de l'unité que nous étudions, la fétuque abandonnée au profit du ray-grass a retrouvé un regain d'intérêt avec la déshydratation, de même que le trèfle violet; de plus, la luzerne commence à s'implanter.

La déshydratation fournit un produit sec, commode à manipuler et à distribuer. En effet, les produits déshydratés ont une faible densité : 450 à 600 kg/m^3; ils sont faciles

à distribuer aux animaux. Cette manutention et cette distribution aisées premettent de calculer les rations distribuées aux bêtes, et assurent une très bonne productivité du travail de l'éleveur. Enfin, dans la pratique courante, le stockage des fourrages déshydratés peut se faire sans précautions spéciales dans un bâtiment bien clos.

A - II - 2 - **Inconvénients :**

Si la déshydratation est une méthode très séduisante, il ne faut pas oublier qu'elle entraîne des investissements très lourds [27 - 53] : par exemple, le coût d'installation de l'unité que nous nous proposons d'étudier. Construite en fin 1967 — début 1968, cette usine, évaporant 7 000 à 8 000 litres d'eau à l'heure, a coûté 1 800 000 F H. T. Ce prix englobe le matériel mobile, la déshydrateuse et ses annexes, le génie civil et les aménagements. Une telle usine pouvant traiter une surface de 600 hectares environ, son installation a donc exigé une mise de fond de 3 000 F H. T. par hectare. Si on estime à 30 - 50 % environ l'augmentation des prix de 1969 à 1974, il faut compter un investissement minimum de 4 000 F à 4 500 F H. T. par hectare, aujourd'hui, pour construire cette usine, investissement pour lequel il faut prévoir l'amortissement annuel. De plus, tous les ans, il y a la déshydratation du fourrage récolté à payer. Le coût de déshydratation comprend : l'entretien du matériel, le carburant pour la récolte, le transport et le chauffage du tambour déshydrateur, l'électricité et la rémunération de la main-d'œuvre.

A - II - 3 - **Conséquences : une bonne organisation :**

A cause de ces investissements très lourds, une organisation rationnelle et maximale de l'atelier de déshydratation s'impose. Il faut d'abord établir un programme d'approvisionnement par organisation des semis et de la récolte [53], l'organisation des semis étant fonction des possibilités fourragères de la région. Les capacités de la machine étant connues, on établit les prévisions, et chaque adhérent se conforme au schéma directeur.

LOUBET [49] dans son étude sur l'unité que nous essayons d'analyser, présente un programme qui prévoyait, en 1969 :

— graminées et légumineuses : 60 % de la surf. tot
— maïs : 40 % de la surf. tot.

Ces deux groupes se divisaient comme suit :

— graminées, légumineuses : 60 %
dont fétuques : 2/3
Ray-Grass d'automne
Luzerne ou trèfle violet } 1/3
Divers
Récolte d'avril à octobre
— maïs : 40 %
dont variétés — précoces : 40 %
— moyennes : 40 %
— tardives : 20 %

Un tel schéma a été ensuite modifié, le plus souvent pour des raisons culturales. Ainsi, les légumineuses (la luzerne surtout) ont augmenté par rapport au Ray-Grass et autres graminées. En 1972, le planning était le suivant :

— Maïs : 40 %
— Légumineuses (luzerne, trèfle) + Fétuques : 40 %
— Graminées autres que les Fétuques et divers : 20 %

L'usine prévoyait 110 hectares de luzerne qui, associée à la fétuque, assurerait l'approvisionnement d'été, tandis qu'au printemps elle s'ajouterait au Ray-Grass. Le maïs reste le fourrage de fin de saison, facile à déshydrater, fournissant de gros rendements et permettant un allongement considérable de la campagne de déshydratation.

En définitive, on peut dire avec MAQUET [53], que la déshydratation c'est le passage d'une agriculture individuelle à une agriculture de groupe, et qu'il faut plusieurs campa-

gnesde fonctionnement pour maîtriser les unités de déshydratation : 3 années au minimum.

Une organisation de la récolte s'impose aussi; tout d'abord, implanter les ateliers le plus possible au centre des surfaces souscrites et veiller à ce que le rayon de récolte ne soit pas trop grand; on peut ainsi gagner du temps sur les trajets (même parfois éviter les arrêts d'approvisionnements) et diminuer d'autant les frais de transports. Cependant, le rayon de récolte est aussi fonction de la taille des usines. Chaque adhérent, se conformant au programme de semis, annonce, en début de semaine, les surfaces à récolter et la date probable. Ainsi, le chef de poste organise l'approvisionnement de l'atelier; au besoin, pour aider l'agriculteur, il va voir les parcelles sur pied pour juger l'état optimum. De plus, d'un point de vue pratique, il faut prévoir un accès facile aux parcelles pour gagner du temps et ménager le matériel.

Le semis et la récolte étant organisés, l'atelier de déshydratation doit pouvoir absorber le fourrage récolté grâce à des horaires de travail adaptés et à l'emploi d'un personnel compétent. Généralement, l'atelier de déshydratation travaille 24 heures sur 24 et 6 jours sur 7 [52 - 53]. Il faut un personnel consciencieux, des chefs de poste responsables : d'eux dépend la qualité du produit à la sortie de la déshydrateuse, et parfois même à l'entrée, s'ils contrôlent les parcelles à récolter; une erreur de leur part dans le réglage de la vitesse de rotation du tambour, par exemple, peut entraîner la pyrolyse de la récolte. La présence de mécaniciens habiles et consciencieux est nécessaire, car un entretien continu du matériel évite les arrêts de travail de l'atelier. En fait, la déshydrateuse et ses annexes ne tombent pas souvent en panne; les récolteuses toujours soumises à un travail intense sont les principales responsables des arrêts. Pour assurer leur entretien périodique, et pour éviter la rupture d'approvisionnement, en cas de panne, un matériel de dépannage est nécessaire.

A - III - LE FOURRAGE DESHYDRATE

Comme tout procédé de conservation, la déshydratation modifie le fourrage récolté. Essayons de voir quelles modifications peut donc subir le fourrage déshydraté.

A - III - 1 - **Composition minérale et fourragère :**

Une étude menée par la Station Agronomique de QUIMPER sur 1 000 analyses de fourrages, a montré qu'en ce qui concerne le maïs, il n'y a aucune différence sur le plan minéral entre les ensilages et les bouchons de maïs [50]. Les résultats du tableau 3 ont été déterminés en 1969 à partir de 50 échantillons prélevés dans les silos de maïs ensilé ou déshydraté, dans le Finistère. En 1970, le même travail a été effectué sur 50 échantillons de maïs ensilage et 40 de maïs déshydraté.

Tableau 3 - Composition minérale des maïs récoltés dans le Finistère (maïs déshydraté et maïs ensilé).

Eléments	1969 50 échantillons de maïs déshydraté ou ensilé	1970 90 échantillons 50 ensilés 40 déshydratés	N R C 1964
P g/kg de M. S.	2,0	2,32	2,3
Ca	2,3	2,15	3,3
Mg	1,2	1,19	2,4
Na	0,15	0,23	0,3
K	12	11,48	11,5
S	—	1,1	1,1
Fe en ppm	160	135	—
Mn	28	37,4	50
Zn	22	25	20
Cu	5,0	4,79	10
Mo	0,25	0,25	—
Co	0,038	0,032	0,09

Tableau 4

- Composition moyenne des fourrages déshydratés dans le Finistère [50] (en pour cent de la M. S.).

	Nombre	M. S. en %	Cell. en %	U. F. par kg M. S.	M. A. D. en g/kg de M. S.
R G I premier cycle 1969	2	88	25	0,79	60
R G I premier cycle 1970 CAST	6	92	23,8	0,88	51
R G I deuxième cycle 1969	2	90,7	27,8	0,74	68
R G I début décembre 1969	1	91	19,5	0,68	152
R G I divers	4	91,4	24	0,79	60
Trèfle violet	2	88,8	28	0,65	105
Luzerne	1	88,6	29,4	0,54	116
Luzerne CAST même parcelle					
Première coupe	1	92,1	31,9	0,56	114
Deuxième coupe	1	90,5	24	0,74	144
Troisième coupe	1	91,2	27,3	0,67	130
Maï sans urée	9	90,3	18,6	0,88	43
Maïs avec urée	4	90	18,6	0,88	81
Maïs 1970 CAST	3	89,5	18,6	0,89	39

On constate que le maïs, dans le Finistère, est pauvre, par rapport aux normes du N R C, en Calcium, en Magnésium et en oligo-éléments. La présence de soufre mentionnée en 1970 a pour origine, semble-t-il, la combustion du fuel utilisé pour chauffer l'air de séchage.

Quant à la composition fourragère, il y a en définitive, peu de données. Toutefois, la Station Agronomique de QUIMPER a publié quelques analyses de fourrages déshydratés (tableau 4) que nous essaierons de comparer aux normes données par DEMARQUILLY et WEISS [50] (tableau 5).

DEMARQUILLY et WEISS donnent par contre pour les fourrages verts, les chiffres suivants (tableau 5) :

On ne peut guère faire de remarques spéciales, ni tirer de conclusions précises de ces tableaux comparatifs. Cependant, la teneur en matière sèche des fourrages déshydratés allant de 88 à 90 % est normale, vu le principe et la technologie de la déshydratation. Il ressort surtout de cet essai de comparaison que la valeur fourragère d'une plante dépend de son stade végétatif à la récolte. Retenons que la plante est la plus riche à la montaison avant le stade épiaison pour les graminées, et au stade bourgeonnement juste avant la floraison pour les légumineuses.

A - III - 2 - **Modifications du végétal entraînées par la déshydratation :**

DEMARQUILLY [20 - 24] estime que la valeur nutritive des fourrages déshydratés diminue de par la déshydratation elle-même. En effet, il se produit une combustion de certaines parties du produit lors du séchage et on assiste à la perte de fines particules entraînées par les gaz chauds. De plus, la digestibilité de la matière organique, des matières azotées totales, diminue. Le conditionnement modifie aussi la valeur nutritive et l'acceptabilité du végétal. Ainsi, l'acceptabilité des fourrages condensés dépend de la dureté des agglomérés, tandis que la mise en granulés abaisse la digestibilité par rapport à celle des foins longs correspondants [22].

Tableau 5 - Composition moyenne des fourrages verts selon DEMARQUILLY et WEISS (en pour cent de la M. S. [50].

	Nombre	M. S. en %	Cell. en %	U. F. par kg M. S.	M. A. D. en g/kg de M. S.
R G I premier cycle première semaine avant début épiaison	7	17	23	0,79	70
Début épiaison	7	19	25	0,75	60
Epiaison	7	20	26	0,70	50
R G I deuxième cycle cinquième semaine	5	19	27	0,70	135
Septième semaine	5	20	29	0,62	90
R G I troisième cycle sixième semaine	2	20	22	0,79	110
Huitième semaine	2	24	21	0,76	65
Maïs plante entière stade pâteux	7	26	19	0,79	45
Stade vitreux	9	31	18	0,79	40
Trèfle violet stade floraison	5	20	28	0,66	115
Luzerne début floraison	20	20	32	0,57	150
Premier cycle floraison		22	33	0,51	140
Deuxième cycle cinquième semaine		19	30	0,65	175
Troisième cycle cinquième semaine		21	28	0,66	85
Fétuque élevée :					
Premier cycle début épiaison	7	20	27	0,65	195
Deuxième cycle repousses de 5 semaines	4	20	26	0,70	115
Troisième cycle repousses de 6 semaines	3	17	25	0,70	120

Le végétal étant porté à haute température, que deviennent les vitamines et les acides aminés ? CAUSERET et MOCQUOT [13] estiment que la plupart des vitamines sont peu sensibles à la chaleur, si d'autres agents de destruction, comme l'oxygène dont la chaleur accroîtrait les effets, n'interviennent pas : la thiamine serait la plus thermosensible et la chaleur accélèrerait l'oxydation des vitamines A, D, E, C et la photolyse de la riboflavine, de la pyridoxine. Selon ces auteurs, la vitamine A et le β carotène supporterait bien, cependant le traitement thermique. FERRER [30], en déshydratation industrielle, évalue la perte moyenne des carotènes de la luzerne à 18 %, la perte pouvant varier de 5 à 30 %; la plus grande destruction de carotène se déroule pendant le temps écoulé entre la fauche et la déshydratation de la plante : deux heures après la fauche, il y a déjà 20 % de pertes de carotènes. Quant aux acides aminés, LINVINGSTON et ses collaborateurs [48] pensent que la lysine et la méthionine sont les plus sensibles au chauffage, et les pertes peuvent atteindre respectivement 47 et 30 %. La lysine des tiges serait mieux préservée que celle des feuilles.

Le refroidissement du granulé à la sortie de la déshydrateuse est très important : il conditionne la bonne conservation du produit sec (cf supra A - I - 4). Selon GASTINEAU [31], la dégradation du carotène, par exemple, en plus de l'action directe de la chaleur, est en relation avec l'élévation de la température de stockage. Le stockage de granulés chauds provoque une évaporation avec condensation de vapeur d'eau sur les couches froides de granulés ou sur les parois froides du silo. Dans ce cas, on observe une élévation de l'humidité des granulés, du moins de leur couche superficielle, tandis que les moisissures se développent progressivement venant altérer sensiblement la valeur du produit.

La pyrolyse des tissus végétaux due à une déshydratation conduite dans des conditions thermiques anormalement élevées, entraîne une modification profonde du produit séché [31]. En fait, le végétal est altéré : les matières grasses subissent une dénaturation chimique qui tend à

annuler leur pouvoir liant. Les matières pectiques perdent leur structure de réseau élastique et se transforment en microgranules d'aspect corné. Les matières cellulosiques perdent leur souplesse et les fibres durcies deviennent cassantes, se brisent en éléments plus fins pulvérulents. Un fourrage qui a subi la pyrolyse donne finalement un produit sec difficile à agglomérer et de valeur nutritive médiocre voire même nulle.

A - IV - VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES DESHYDRATES

A - IV - 1 - **Modifications de la digestibilité :**

La valeur alimentaire des fourrages déshydratés dépend avant tout de la valeur nutritive sur pied; cependant, les différents processus technologiques : séchage, broyage, agglomération du produit sec, modifient sa digestibilité.

A - IV - 1 - a - **Action de la déshydratation elle-même :**

De nombreuses études menées sur des fourrages déshydratés à basse température, font état d'une diminution de la digestibilité : faible mais peu variable pour la matière organique : 5 à 10 % maximum, elle est plus forte pour les matières azotées, 10 à 15 % [3 - 22 - 24 - 59].

D'après HENK et LAMBE, cités par ANDRIEU [3], ces résultats sont transposables à la déshydratation à haute température. Cependant, ces auteurs démontrent que les diminutions de digestibilité varient surtout en fonction du réglage de la machine. Ceci est confirmé par SPINDLER [62] et par les résultats de DIJKSTRA rapportés par DEMARQUILLY [20 - 22].

On peut conclure avec DEMARQUILLY [22] que la déshydratation, effectuée dans des appareils bien réglés, diminue faiblement la digestibilité de la matière organique; par contre, celle des matières azotées diminue de 10 à 15 %.

A - IV - 1 - b - **Action du broyage et de l'agglomération** :

Il existe trois types d'agglomération des fourrages : condensés, comprimés ou compactés. Nous étudierons successivement leurs effets sur la digestibilité des aliments en n'oubliant pas que suivant le type d'agglomération, il n'y a pas nécessairement broyage préalable.

A - IV - 1 - b - a - **Effets généraux du condensage :**

Bien étudiés par DEMARQUILLY et JOURNET [25], ces effets généraux du condensage ont fait l'objet d'une mise au point bibliographique par COLIN [17]. Si de nombreux facteurs peuvent affecter la valeur nutritive de l'aliment broyé ou condensé, le broyage est le principal responsable des effets du condensage; le pressage permet uniquement de mettre ces aliments poussiéreux sous une forme plus appétible.

Tous les auteurs sont d'accord sur le fait que le broyage et le condensage entraînent une nette diminution de la digestibilité de la cellulose brute d'un aliment. Cette digestibilité dépend de la durée de passage de l'aliment dans le rumen, de l'activité de la microflore mise en jeu, de la résistance de la cellulose brute à la dégradation enzymatique dans l'intestin.

DEMARUILLY et JOURNET [25] observent à ce sujet que « l'ingestion de foin condensé provoque une diminution du pouvoir de digestion de la population microbienne du rumen surtout importante quand les animaux ingèrent des foins des graminées; la dégradation des membranes de graminées étant plus lentes que celles des membranes de luzernes, les graminées sont plus sensibles à la diminution du temps de séjour dans le rumen et à la diminution du pouvoir cellulolytique du jus de rumen ».

La digestibilité de la matière organique et de la matière sèche après broyage suivi ou non d'agglomération, diminue aussi. BLAXTER et GRAHAM, cités par COLIN [17] confirment ces deux points et indiquent aussi une faible diminution de la digestibilité des protéines brutes et de l'extractif non azoté (tableau 6).

Tableau 6 - Effets du condensage, de la finesse du broyage et du niveau d'ingestion, sur la digestibilité de divers constituants du foin (BLAXTER et GRAHAM, 1956).

Foin	600 g/j			1 500 g/j		
	Haché	Broyé moyenne. aggloméré	Broyé finement aggloméré	Haché	Broyé moyenne. aggloméré	Broyé finement aggloméré
Digestibilité	%	%	%	%	%	%
Matière sèche	81	73	73	76	68	64
Cellule brute	83	75	68	77	58	50
Cellulose	88	81	76	81	62	56
Protéines brutes	67	62	63	61	59	55
E. N. A.	86	82	82	84	77	75

Cette diminution de la digestibilité de la matière organique résulte essentiellement de la diminution de la digestibilité des constituants membranaires (cellulose, hémicelluloses), puisque la digestibilité des constituants cytoplasmiques (glucides solubles, matières azotées) est peu ou pas affectée [17 - 25]. Cette diminution de la digestibilité de la matière organique des foins broyés ou condensés dépend :

— du niveau d'ingestion : elle diminue beaucoup moins pour les foins distribués en quantité limitée que pour les foins distribués ad libitum [3 - 19 - 21 - 25 - 11].

— de la finesse de broyage : la digestibilité des foins condensés distribués en quantité limitée ou ad libitum, diminue d'autant plus qu'ils sont plus finement broyés.

— de la nature du foin : à finesse égale, la digestibilité des foins de graminées est inférieure à celle des foins de luzerne.

— de la mise en aggloméré du foin broyé : la digestibilité du foin broyé est intermédiaire entre celle du foin haché et celle du foin condensé.

TABLEAU 5 - Influence de la forme de présentation de la finesse de broyage et de la quantité offerte sur la digestibilité des foins. DEMARQUILLY et JOURNET. [25]

Essai	Foin	Forme de présentation	Finesse de broyage en mm	Mode de distribution	Nbre de moutons	M. S. ingérée g/kg $P^{0,75}$	Coeff. de variation %	Digestibilité de M.S %	Coeff. de variation %	Coefficients de digestibilité % M. O.	N. azotées	Cell. brute
I	Foin de fétuque	hâchée		ad libitum	6	49,0	19,0	66,9	5,4	68,3	52,4	69,1
		broyée	3	"	6	66,2	24,6	61,9	3,2	63,2	49,8	61,6
		condensée	3	"	6	81,8	19,9	56,8	2,7	58,0	51,7	50,6
	Foin de Ray Grass	hâchée		"	5	45,2	19,6	68,0	9,8	69,8	39,5	59,4
		broyée	3	"	5	59,1	8,1	61,1	5,9	62,7	35,2	46,3
		condensée	3	"	5	77,1	9,4	58,9	1,4	60,4	42,1	33,5
II	Foin de luzerne	Hâchée		"	9	70,8	11,4	57,9	5,7	61,1	73,7	37,2
		broyée	3	"	9	87,0	19,1	57,0	2,2	59,7	77,0	38,3
		condensée	3	"	9	96,1	17,4	56,6	5,4	59,4	74,1	34,4
	Foin de luzerne	hâchée		"	8	57,1	23,5	63,3	3,8	65,1	76,6	56,0
		broyée	3	"	8	82,5	16,8	59,4	3,4	61,3	75,1	46,7
		condensée	3	"	8	92,4	19,9	56,3	3,6	58,1	74,6	34,3
III	Foin de luzerne	hâchée		ad libitum	8	60,2	17,5	59,2	3,2	60,4	73,7	43,2
		condensée	5	"	8	105,3	10,4	54,0	2,4	56,2	70,7	35,0
		condensée	5	limité	8	58,3		56,0	3,5	57,8	69,4	37,4
		condensée	3	ad libitum	8	101,4	8,5	55,8	2,9	56,2	72,0	34,8
		condensée	3	limité	8	55,1		58,6	3,1	59,2	74,4	36,9
		condensée	1,5	ad libitum	8	107,9	11,9	52,0	1,4	53,0	71,4	29,5
		condensée	1,5	limité	8	53,5		57,1	2,5	58,1	75,6	36,4
IV	Foin de pré	hâchée		ad libitum	7	47,5	19,6	52,9	5,7	54,0	47,0	58,4
		condensée	5	"	7	85,4	17,5	49,7	4,2	51,1	50,7	45,3
		condensée	5	limité	7	48,5		50,5	5,4	52,2	51,0	48,0
		condensée	3	ad libitum	7	87,0	15,4	43,8	6,1	46,0	45,0	33,0
		condensée	3	limité	7	49,6		49,3	5,0	51,1	50,4	43,1
		condensée	1,5	ad libitum	7	92,9	12,4	38,2	7,6	38,9	36,7	33,4
		condensée	1,5	limité	7	48,4		43,7	6,3	44,6	38,1	40,6

Les auteurs français estiment qu'il n'y a pas de diminution de la valeur énergétique nette des fourrages, sauf dans le cas de broyage très fin [5 - 17 - 24 - 60].

Après les études américaines menées vers les années 1960-1963, nous pouvons illustrer ce qui précède par le tableau de DEMARQUILLY, sur l'influence de la forme de présentation, de la finesse de broyage et de la quantité offerte sur la digestibilité des foins (tableau 7).

A - IV - 1 - b - b - **Effets de l'agglomération sous forme compactée :**

Il y a peu d'études à ce sujet. COLIN [17] rapporte que, dans une étude menée par DEMARQUILLY, la digestibilité des fourrages compactés, distribués ad libitum, a été inférieure de 5 à 6 points à celle des fourrages hachés correspondants. L'acceptabilité d'une luzerne déshydratée compactée ad libitum, a été intermédiaire entre celle du produit haché et celle du produit condensé.

A - IV - 1 - b - c - **Effets de l'agglomération sous forme comprimée :**

Les fourrages comprimés ne subissent aucun broyage préalable.

D'après COLIN [17], les résultats des différents auteurs ne concordent pas toujours. On suppose cependant que la digestibilité de la cellulose brute diminue légèrement. Par contre, celle de la matière sèche ne baisse pas ou baisse de façon minime. La digestibilité de la matière organique de fourrages comprimés comprenant 50 % de particules de taille supérieure à 1,25 mm, ne paraît pas diminuer. La valeur énergétique nette demeure constante.

A - IV - 2 - **Effets de l'agglomération sur l'acceptabilité du fourrage :**

DEMARQUILLY, ANDRIEU, CAMPLING [3 - 12 - 25] constatent une augmentation des quantités ingérées lors du broyage des aliments. L'agglomération des farines accentue

cet effet (cf tableau de DEMARQUILLY [25]). Cette augmentation varie de 0 à 100 % selon la qualité du fourrage à la récolte : le broyage et l'agglomération améliorent surotut les fourrages de mauvaise qualité, comme le souligne justement LE BARS [46]. Cet auteur rapporte de nombreux travaux qui montrent une augmentation considérable de la quantité ingérée après broyage et granulation de fourrages de faible digestibilité; au contraire, la même opération sur des fourrages de haute digestibilité ne modifie pas la consommation alimentaire.

La quantité ingérée augmente avec la finesse de broyage jusqu'à un seuil inférieur limite de la taille des particules. Pour les graminées, ce seuil est de 0,6 mm, et pour les légumineuses de 1,10 mm. Pour des broyages plus fins, la quantité ingérée, au lieu d'augmenter, diminue à cause d'une fréquence accrue des ennuis digestifs. Ainsi le broyage des fourrages suivi de leur agglomération, par augmentation des quantités ingérées, provoque une élévation des gains de croissance. Mais il ne faut pas oublier l'apport d'un peu de paille ou de foin long avec l'aliment aggloméré pour éviter les accidents digestifs.

En pratique, les résultats optimum s'observent avec des rations contenant 40 à 60 % de fourrages condensés au maximum.

A - IV - 3 - **Maintien d'un état de santé :**

Quand on donne aux animaux des rations contenant plus de 60 à 70 % de fourrages condensés, ou d'aliments concentrés, on s'expose à de nombreux accidents décrits par plusieurs auteurs [29 - 44 - 46 - 61].

Avec des rations très condensées ou exclusivement condensées, l'insuffisance d'aliments grossiers diminue la durée de la mastication et la sécrétion salivaire. De plus, les fourrages grossiers ne jouent plus leur rôle irritant sur la paroi du rumen : la paroi du rumen peut se modifier et la rumination diminue ou s'arrête même.

Ainsi, des météorisations aiguës ou chroniques peuvent survenir. A plus longue échéance, des lésions de

l'épithélium du rumen représentant un trouble du développement des papilles apparaissent. Ce sont les phénomènes d'hyperkératose et de parakératose : les papilles des muqueuses durcissent, grossissent, et se groupent en masse compacte. Ces phénomènes inflammatoires des papilles des muqueuses se groupent en trois catégories :

— la ruménite aiguë avec congestion de certaines zones, altération et inflammation des villosités, ulcération;

— la ruménite chronique avec disparition des villosités, présence de cicatrices et de nodules proéminents;

— agglomération des villosités.

LARVOR [14] ajoute à ces lésions un autre type d'accident cité aussi par LE BARS et FERRANDO [29 - 46] : la pigmentation anormale du rumen, qui serait un phénomène de surface associé à des facteurs chimiques intervenant dans le liquide de rumen dont le pH varie par manque de substances tampons normalement apportées par la salive.

Ces lésions de la paroi du rumen modifient les capacités d'absorption : en effet, au fur et à mesure du développement de la parakératose, se produit une diminution de l'absorption physiologique des acides gras volatils du rumen par cette paroi [10 - 45 - 46]. De plus, des hôtes normaux du rumen, comme Spherophorus necrophorus, peuvent traverser la paroi, passer dans le sang, parvenir au foie et y déterminer des abcès.

A ces lésions relativement fréquentes s'ajoutent quelques accidents d'indigestions aiguës et d'occlusion du rumen dus surtout à des changements brusques de régimes. Des auteurs américains, cités par COLIN [17] et LARVOR [44], ont observé des néphrites et des calculs urinaires, surtout chez les animaux en engraissement intensif, avec des régimes très concentrés.

A - V - MODIFICATIONS OBSERVEES CHEZ L'ANIMAL NOURRI AUX FOURRAGES DESHYDRATES AGGLOMERES

Les modifications observées chez l'animal sont dues aussi au broyage et à la granulation des fourrages.

A - V - 1 - **Modifications du comportement alimentaire de l'animal :**

Comme nous l'avons déjà signalé plus haut, l'animal ingère beaucoup plus d'aliments sous forme broyée, que sous forme longue ou hachée. Son comportement général change aussi lors d'alimentation à base de fourrages déshydratés et agglomés [25 - 34 - 60].

A - V - 1 - a - **Temps de consommation et fréquence des repas :**

La durée et la fréquence des repas est modifiée. RUCKEBUSCH [60] observe un temps d'ingestion de 5 à 6 heures par jour et 7 $\pm$ 2 repas avec une ration de foin haché. Avec du foin broyé, le temps d'alimentation tombe à 3 - 4 heures par jour avec 21 repas. DEMARQUILLY et JOURNET [25], BERANGER et JARRIGE [5] constatent lse mêmes faits.

A - V - 1 - b - **Diminution de la salivation :**

L'animal mangeant plus rapidement, le temps de préhension et de mastication diminue aussi. Ceci entraîne une moindre insalivation des aliments. Cette réduction de la salivation modifie l'équilibre chimique du rumen par diminution du pouvoir tampon du liquide du rumen [45 - 46]. Le pH du rumen baisse, car il n'y a plus assez de bicarbonates et de phosphates salivaires pour neutraliser les acides produits. La chute du pH va modifier la population bactérienne, inhiber les bactéries cellulolytiques, et favoriser le développement des propionobactéries : la conséquence directe en est une modification de la répartition des acides gras volatils que nous étudierons plus loin.

A - V - 1 - c - **La rumination :**

Avec une alimentation normale à base de fourrages grossiers, le bovin passe une partie de la journée à ruminer. Le broyage des aliments entraîne la disparition quasi totale de la rumination [5 - 25 - 60]. RUCKEBUSCH observe, chez un animal nourri au foin haché, un temps de rumination de 8 à 9 heures par jour. Avec du foin broyé, il rumine 9 à 10 minutes. La présence d'une litière de paille, dans le cas d'une ration broyée, peut ramener le temps de rumination à sa durée normale.

A - V - 2 - **Modifications au niveau des réservoirs digestifs :**

A - V - 2 - a - **La population microbienne :**

Si en 1961, FAUCONNEAU [28] note peu de variations des bactéries et des protozoaires, en fonction du régime, COLIN [17] cite quelques auteurs américains qui ont obsrevé des modifications. Ainsi CHALUPA et ses collaborateurs (1965) ont remarqué une forte baisse des protozoaires du rumen consécutivement au broyage, ou même une disparition de certaines espèces après une semaine d'alimentation.

Comme le signalent DEMARQUILLY et JOURNET [22 - 40] et comme nous l'avons dit plus haut, la diminution de l'insalivation des aliments provoque une chute du pH du rumen avec régression de la flore cellulolytique et augmentation des propiono-bactéries.

A - V - 2 - b - **Modifications physiologiques :**

Au niveau du rumen, l'alimentation à base d'aliments broyés et agglomérés ou non, détermine de nombreuses modifications.

Le pH du rumen de 6,3 - 6,6 tombe de 5,0 - 5,3 avec une alimentation à base de fourrages broyés. De plus, les fourrages finement divisés offrent une plus grande surface

d'attaque aux micro-organismes : aussi on observe une intensification des processus fermentaires. Comme le signalent BERANGER et JARRIGE [5] et de nombreux auteurs cités par COLIN [17], la concentration totale en acides gras volatils du rumen augmente aussi.

Mais la conséquence la plus importante du broyage des aliments est la modification des productions des acides gras volatils. Par rapport au fourrage normal, les modifications fermentaires se traduisent par une diminution de la quantité d'acide acétique produite, et surtout par une augmentation de la quantité d'acide propionique (tableau 8).

Tableau 8 - Variations de la production des acides gras volatils en fonction de la forme physique du fourrage. D'après Y. RUCKEBUSCH (Revue Française des productions animales, avril 1968) cité par D. GRIESS [34].

A. G. V.	Foins longs	Foins condensés
Acide acétique en %	62,7	31,1
Acide propionique en %	23,9	33,9
Acide butyrique en %	10,7	30,5

La diminution du rapport $\frac{\text{acide acétique}}{\text{acide propionique}}$ est très importante à considérer à cause des répercussions sur l'utilisation digestive et métabolique des fourrages broyés et agglomérés.

Du fait du broyage, on peut aussi observer une diminution de la durée de passage des aliments dans le rumen, et une accélération du passage à travers le tractus digestif [12 - 25 - 60].

A - V - 3 - **Utilisation des produits déshydratés et agglomérés :**

L'utilisation digestive et métabolique des fourrages broyés et agglomérés est conditionnée par le rôle des aci-

des gras volatils dans les différentes productions animales : lactation ou engraissement.

Le rapport $\frac{\text{acide acétique}}{\text{acide propionique}}$ conditionne le type de production. Pour une bonne production laitière, un rapport $\frac{\text{acide acétique}}{\text{acide propionique}} > 3$ est nécessaire, avec 50 % d'acide acétique et 15 à 20 % d'acide propionique. De plus, ce rapport intervient sur les qualités du lait. Pour être plus explicite, nous avons groupé les influences des trois principaux acides gras volatils sur les composants du lait, dans le tableau 9.

Tableau 9 - Influence des A. G. V. sur la production et la qualité du lait [34].

	Acide acétique	Acide proprionique	Acide butyrique
Quantité	+++	0	0
Matières grasses	+++	—	++
Solides non gras	0	++	0

D'après ce tableau, on constate que l'acide acétique favorise la production laitière totale et la production de matières grasses, tandis que l'acide propionique déprime le Taux Butyreux [T. B.]. Ainsi, un excès d'acide propionique par rapport à l'acide acétique déprime le T. B. et peut même faire chuter la production de lait. C'est ce qui se passe dans le cas de rations trop riches en concentrés par rapport au taux de cellulose.

Un rapport $\frac{\text{acide acétique}}{\text{acide propionique}} < 3$ est beaucoup plus efficient pour l'engraissement.

Comme les fourrages broyés et agglomérés favorisent la production d'acide proprionique, ils conviendront mieux pour l'engraissement que pour la production laitière.

A - VI - LES FOURRAGES DESHYDRATES POUR L'ALIMENTATION DES BOVINS

De nombreuses études ont été faites par les auteurs américains [8 - 35 - 66] sur des agneaux alimentés aux fourrages déshydratés. Ces fourrages peuvent servir à alimenter le veau, le bovin producteur de viande ou de lait. Il ne faut cependant pas oublier que la technique de conservation modifie la valeur alimentaire du fourrage.

A - VI - 1 - **Utilisation par le veau :**

La période d'élevage du veau, allant de la naissance à 6 mois d'âge environ, est primordiale pour l'avenir du jeune bovin. Aussi ne faut-il pas négliger cette période.

La Maison de l'Elevage du Finistère [1] préconise un plan d'alimentation (inspiré par la recherche zootechnique) qui donne satisfaction (tableau 10).

Tableau 10 - Plan de rationnement des veaux (Maison de l'Elevage du Finistère).

	Jusqu'au sevrage vers 9-10 semaines	Du sevrage à la fin du 4e mois
Lait en kg	40	
Granulé veau démarrage (kg)	30	
Granulé « jeunes bovins » (kg)	15	130 à 140
Foin (kg)	15	60

Un tel plan d'alimentation permet d'obtenir un poids de 95 à 100 kg au sevrage (à 9 - 10 semaines) et de 150 kg à 4 mois. Par souci d'économie, on a voulu remplacer le granulé « jeunes bovins » par des fourrages séshydratés. Cependant, si ces fourrages déshydratés remplacent les gra-

nulés « jeunes bovins », il est nécessaire de distribuer au veau un minimum de 35 à 40 kg de granulés appétents.

Remplacer les granulés « jeunes bovins » par ces fourrages déshydratés permet d'abaisser le coût de l'alimentation : si on estime le kilo de granulé à 0,65 - 0,70 F, on peut descendre à 0,45 - 0,50 F en utilisant du fourrage déshydraté. Cet aliment est introduit dans la ration du jeune veau, vers la 4e - 5e semaine. Après quelques semaines d'adaptation, on peut le distribuer à volonté.

Toutefois, il ne convient pas de donner au jeune veau n'importe quel fourrage déshydraté. Les légumineuses ne semblent pas recommandables. La distribution du Ray Grass déshydraté pose quelques problèmes : sa valeur énergétique et azotée varie beaucoup avec le numéro de la coupe, le stade et le jour de cette coupe. Par exemple, la valeur azotée peut passer rapidement de 100 - 120 g de M A D par kilo de M S à 50 g. Il est donc préférable de réserver aux veaux la première coupe de printemps fauchée au stade montaison, et complétée avec des céréales ou du maïs. Le maïs déshydraté reste l'aliment de choix pour le veau : en effet, son appétence permet d'obtenir rapidement des niveaux de consommation élevés. Sa haute valeur énergétique relativement constante tend à le rapprocher de certains concentrés « jeunes bovins » du commerce. Mais sa valeur azotée et sa valeur minérale étant faibles, une complémentation s'impose. Actuellement, la Maison de l'Elevage du Finistère conseille de compléter le maïs selon la formule suivante :

— maïs déshydraté . . . . . 7 kg

— tourteau de soja à 44 % . . . . . 3 kg

— complément minéral Ca 16 % . . P 10 % 0,3 kg

Ce mélange constituerait un concentré « jeunes bovins » de bonne qualité. Il permettrait de nourrir les veaux de la 6e semaine à 5 - 6 mois à moindre frais.

A - VI - 2 - **Utilisation par la vache laitière :**

De nombreuses publications, américaines et françaises, ont été faites sur l'alimentation de la vache laitière aux fourrages déshydratés condensés [6 - 9 - 33 - 41 - 42]. Malgré une diminution de la digestibilité des fourrages déshydratés condensés, la quantité de matière sèche ingérée augmente : 3 kg de M S/100 kg de poids vif. Cependant, ce type d'aliment, comme nous l'avons signalé plus haut (A - V - 3), provoque une modification du rapport $\frac{\text{acide acétique}}{\text{acide propionique}}$, dans le rumen, dans un sens défavorable pour la production laitière, tant en qualité qu'en quantité. De plus, avec une telle alimentation, des accidents sont possibles : lésions de la paroi du rumen, lésions hépatiques ou rénales, troubles de la reproduction. Ces accidents sont toujours plus graves chez la vache laitière, car elle a une carrière plus longue et plus difficile que le bovin à l'engrais. Il ne faut pas oublier non plus que le fourrage déshydraté condensé est un produit coûteux. Toutes ces raisons font qu'il est peu utile de le distribuer aux vaches laitières.

Il y a peu de résultats sur l'utilisation des fourrages déshydratés compactés ou comprimés [36]. On a observé des chutes du taux butyreux avec de tels régimes de base pour la vache laitière, mais ces chutes sont moins marquées que pour les fourrages déshydratés condensés. Les fourrages déshydratés récoltés à un stade jeune peuvent, à la rigueur, servir de concentrés pour enrichir la ration de base en azote ou en énergie. Cependant, chez les fortes laitières, l'utilisation de tourteaux est préférable.

Les connaissances sur l'utilisation des fourrages déshydratés, par les vaches laitières, restent incomplètes. Mais, devant les nombreux problèmes posés par de tels fourrages :

— variation de la valeur alimentaire (surtout les graminées),

— baisse de la sécrétion lactée,
— baisse du taux butyreux,
— prix de revient du fourrage,

une ration de base, composée avec ces fourrages, ne présente aucun avantage.

A - VI - 3 - **Utliisation par les bovins producteurs de viande :**

A cause de la modification de production des acides gras volatils dans le rumen, qu'ils entraînent, les fourrages déshydratés conviennent surtout aux bovins à l'engrais.

Les fourrages déshydratés servent surtout à produire du taurillon de boucherie tel que le définissent DEFAIX [18] et TILLON [64] : « c'est un jeune bovin précoce élevé intensivement pour gagner, en moyenne 1 kg par jour en vue d'un abattage de 16 à 18 mois à un poids vif de 500 à 550 kg, c'est-à-dire à un poids de carcasse voisin de 300 kg ». L'éleveur a tout intérêt à choisir des taureaux, car iis ont un accroissement journalier de 20 à 35 % supérieur à celui des bouvillons, avec un indice de consommation inférieur de 15 %. De plus, les taureaux, en matière de production de viande bovine, permettent d'exploiter au mieux le potentiel de croissance des premiers mois de la vie. La chair de ces bêtes, commercialisées à 14 - 15 mois, est aussi plus ferme et plus colorée mais d'un grain plus grossier que celle du bouvillon. Ce sont en définitive, les seuls animaux susceptibles de transformer les produits déshydratés, à cause du prix de revient élevé de cette forme de conservation des fourrages.

Actuellement, on connaît bien l'alimentation des bovins à viande à partir de la luzerne déshydratée condensée [4 - 16 - 54]. Ainsi, on obtient de bons résultats avec des régimes comprenant 30 à 40 % de luzerne et 70 à 60 % d'orge, plus de la paille. En déshydratation industrielle, dans les régions céréalières, les jeunes bovins sont nourris avec une ration à base de luzerne et de pulpe déshydratée : 30 à 40 % de pulpe et 70 à 60 % de luzerne, plus du foin ou de la bonne paille.

L'alimentation à base de luzerne comprimée ou compactée est beaucoup moins bien connue. L'alimentation à base de graminées est encore au stade expérimental, bien qu'on ait déjà trouvé quelques types de rations [51]. Ainsi, une ration composée de 75 % de fétuque élevée, condensée, 25 % de maïs fourrage condensé, plus du foin de graminées, a permis un G M Q de 1 075 g, dans un essai à VAUX-SUR-AURE. D'autres essais à VAUX-SUR-AURE ont montré l'efficacité de deux autres types de ration : Ray Grass d'Italie condensé 40 %, maïs grain 40 %, luzerne déshydratée compactée 20 %, plus foin. Cette ration donna des résultats supérieurs à la seconde ration : fétuque élevée déshydratée condensée 40 %, maïs grain 40 %, luzerne déshydratée compactée 20 %, plus du foin.

Il faut remarquer que dans chaque type de ration, les animaux ont consommé du foin ou de la paille. Ce fourrage long est nécessaire pour assurer un bon fonctionnement du rumen et ainsi éviter des accidents digestifs. Il faut apporter dans de tels régimes, 300 à 500 g de fourrages longs par 100 kg de poids vif et par jour.

En définitive, les études sur les luzernes comprimées ou compactées, de même que sur les graminées, sont limitées. BERANGER [4] estime que les graminées doivent être réservées aux jeunes bovins à l'engrais ou aux jeunes veaux, à cause de leur coût. Ce fourrage peut alors apporter 50 à 80 % de la matière sèche de la ration, à condition de récolter un fourrage d'excellente valeur nutritive sur pied.

En définitive, en déshydratation agricole, le problème de l'alimentation des bovins à l'engrais n'est pas encore résolu : il faut tenir compte des possibilités fourragères de la région, des variations saisonnières, de la valeur nutritive de ces fourrages, de l'apport énergétique et azoté. Aussi faut-il essayer d'équilibrer les cultures de graminées et de légumineuses.

B - L'UNITE DE DESHYDRATATION DE CAST

Après nous être intéressés aux principes généraux de la déshydratation, à ses conséquences, tant au point de vue nutritionnel que zootechnique, étudions cet atelier implanté en 1967-1968, dans une des régions agricoles les plus riches du Finistère.

B - I - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Implantée dans le bassin de CHATEAULIN, une carte du département nous permet de situer exactement cette usine, dont nous étudierons plus loin le contexte, l'environnement et les caractéristiques.

B - I - 1 - **Caractéristiques de la région :**

Le Bassin du PORZAY est situé entre les monts du Ménez Hom (330 m) et de Locronan (289 m), diverticule des montagnes noires, et le fond de la baie de DOUARNENEZ [45]. Il est drainé par trois rivières, de direction Est-Ouest.

C'est un bassin très homogène constitué de schistes primaires, bordés de grès armoricain au Nord et de granit au Sud. Les sols de grès et de granit correspondent aux flancs des montagnes. Quelle que soit la roche mère, les terres sont très faciles à travailler; les pentes sont faibles ou nulles dans le bassin, plus fortes sur les montagnes, mais elles ne sont pas un facteur limitant. Les sols sont profonds et très riches en matière organique (carte n° 1). Le vent, important à considérer dans un système d'élevage où les animaux sont dehors, ou dans des étables fermées sur trois côtés seulement, est un élément constant. Le re-

Carte n° 1 - CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE DU FINISTERE

mebrement a supprimé beaucoup de talus, et la reconstitution de brise-vent s'impose aujourd'hui.

Il tombe annuellement 800 à 1 000 mm d'eau. Les chutes se répartissent régulièrement sur toute l'année : en été, ne récolter que du foin de bonne qualité est difficile; la conduite des troupeaux laitiers, faisant appel à un parcours toute l'année, entraîne une dégradation des pâtures en automne et en hiver. Cependant, on observe un déficit en eau au mois d'août, qui provoque une chute de rendement en fin d'été des graminées fourragères, et un espacement plus important des repousses. La région bénéficie d'un climat tempéré, très doux, favorable à la pousse de l'herbe durant 8 mois de l'année. D'ailleurs des essais de 5 coupes par an ont donné d'excellents résultats.

En définitive, le Bassin de Porzay possède deux éléments d'intensification fourragère : des sols profonds et un climat favorable à la pousse de l'herbe toute l'année, et à la pousse du maïs-fourrage. Mais la conservation de ces fourrages est délicate : le fanage entraîne des pertes élevées; la conservation par ensilage est facile pour le maïs, mais difficile pour les graminées. Ces difficultés ont poussé un certain nombre d'agriculteurs à se lancer dans la déshydratation des fourrages.

B - I - 2 - **Situation agricole de la plaine du Porzay :**

Vers 1950, les fermes du Porzay pratiquaient la polyculture et l'élevage. On cultivait des céréales et des pommes de terre. On élevait des vaches, des bovins à viande et quelques porcs. La traction était assurée par les chevaux.

Depuis 20 ans, on assiste, dans le Finistère, à une révolution agricole. La polyculture cède le pas à l'élevage bovin et porcin : nourris au début avec des aliments de la ferme (orge, betteraves, herbe, maïs-fourrage), l'alimentation de ces animaux fait aujourd'hui appel de plus en plus aux aliments du commerce. Actuellement, le porc est nourri à l'aliment complet produit par des maisons d'aliments. On assiste donc à une industrialisation des productions anima-

les. Pour illustrer ces nouvelles orientations, nous emprunterons au Centre de Gestion du Finistère des résultats comparatifs de la situation en 1952 et en 1970 [15] (tableau 11).

Tableau 11 - Evolution des exploitations dans le Finistère de 1952 à 1972 (Centre d'Economie rurale du Finistère).

	1952	1972
Surface en ha SAU	15,80	25,60
Nombre de travailleurs UTH	3,5	2,25
Nombre de vaches par exploitation	8 à 9	16,7
Production laitière par vache en litres	2 100	3 740
Production laitière par an en litres	17 800	62 500
Race dominante	Armoricaine	FFPN
Production de viande bovine (kg vif)	2 210	6 650
Nombre de bovins d'élevage par exploitation	9 à 10	21
Nombre de truies par exploitation	3	15
Nombre de porcs charcutiers par an	7 à 10	240
Production de viande porcine (kg vif)	1 900	23 000
Nombre de chevaux	2-3	0

La production bovine (lait, viande) est multipliée par 3, tandis que la production porcine est multipliée par 12.

Le tableau 12 permet de voir l'évolution des cultures dans le Finistère [15]. A signaler qu'actuellement la production végétale commercialisée a fortement régressé.

Tableau 12 - Evolution des cultures dans le Finistère de 1952 à 1972 (Centre d'Economie rurale du Finistère).

	1952		1972	
	Surface en ha	Surface en ha	Surface en ha	Surface en ha
Céréales		144 000		120 000
Blé	72 000		12 000	
Orge	20 500		63 000	
Maïs grain	20		10 000	
Autres céréales	51 480		35 000	
Pommes de terre		49 500		21 700
Surfaces fourragères principales		218 800		306 800
Cultures sarclées	58 800		26 800	
Prairies temporaires	86 000		190 000	
STH	74 000		90 000	
Autres cultures		45 300		39 000

On voit, d'après ces données, que le Finistère devient une zone d'élevage et de cultures fourragères très intense.

B - II - FONCTIONNEMENT DE L'UNITE DE DESHYDRATATION

B - II - 1 - **Le groupe coopératif :**

L'unité de déshydratation fonctionne comme une coopérative groupant des adhérents qui ont versé des parts sociales pour construire l'usine. Au moment du montage, en 1967, le groupe coopératif comptait 33 adhérents. Depuis 1970, il compte 40 adhérents. Ces adhérents bénéficient de conditions spéciales, et dans la mesure où l'atelier ne travaille pas à temps complet, d'autres agriculteurs peuvent faire déshydrater leurs fourrages. D'où l'existence de deux tarifs pour la déshydratation : un tarif non-adhérent, toujours supérieur au tarif adhérent.

Tableau 13 - Evolution de la coopérative de déshydratation de CAST.

SAU en ha	1967	1970 a	1970 b
	1 100	1 128,5	1 289,5
Cultures blé ha	61,5	41,5	43,5
Cultures orge ha	214,5	204,5	245,0
Cultures avoine-seigle ha	15,5	18	18
Total des céréales ha	291,5	264	306,5
Maïs grain ha	9,5 (1 ferme)	34 (4 fermes)	34 (4 fermes)
Pois, haricots, pommes de terres ha	133,5	80,5	86
Semence de graminées ha	48	36,5	39,5
Total non fourrager ha (céréales + grains et semences)	482,5	415	466
Légumineuses ha	3	22	22
RGI ha	222,0	185,5	202,5
Fétuque ha	9	46,5	57,5
Mélange ha	193,5	176,5	213,5
Total herbacées ha	427,5	430,5	485,5
Maïs fourrage ha	22	209,5	240
Total fourrager ha	449,5	640,0	725,5
Bovins : Vaches laitières	613	636	758
Fermes ayant des laitières	31	29	34
Nombre de mâles à l'engrais	124	755	812
Exploitations ayant des mâles	11	22	25
Porcs : Nombre de truies	348	433	489
Exploitations ayant des truies	22	18	21
Porcs gras vendus par an	3 645	7 725	10 025
Fermes engraissant des porcs	22	20	23

Dans le tableau 13, nous avons regroupé un certain nombre de données caractérisant ce groupe coopératif.

— la première colonne concerne les 33 adhérents en 1967,

— la seconde colonne concerne les 33 adhérents en 1970,

— la troisième colonne concerne les 40 adhérents en 1970.

Ce tableau nous montre que, dans cette région, s'est déroulé le même phénomène que dans tout le Finistère : légère diminution des céréales et augmentation importante des surfaces fourragères. De plus, les fermes se spécialisent dans différentes productions animales : certaines ne font que de la vache laitière, d'autres se spécialisent dans la production du taurillon de boucherie. On note aussi une très forte production porcine due surtout à une augmentation de la taille des troupeaux. Il faut savoir que cette augmentation de la production porcine est due à la politique de l'UNICOPA qui tient le raisonnement suivant : l'engraissement des taurillons au fourrage déshydraté permet de gagner du temps par rapport à l'engraissement au fourrage ensilé. Si le bénéfice n'est pas aussi important, il est possible cependant de s'y retrouver financièrement, car il reste plus de temps pour faire de l'élevage porcin.

Cet atelier de déshydratation, placé au centre d'une région en pleine expansion, fonctionne en tant que coopérative, et comprend un président, un vice-président, un trésorier et des adhérents.

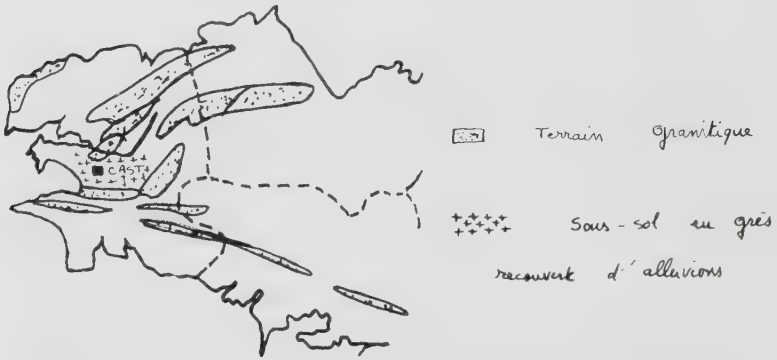
B - II - 2 - **L'atelier de déshydratation :**

Installé par l'UNICOPA, en 1967-1968, l'atelier de déshydratation de CAST fait partie d'un plan d'installation de trois ateliers qui ont fonctionné en 1968 :

— d'avril à novembre : CAST

— de septembre à novembre : PLOUNEVEZEL et MALESTROIT.

L'année suivante, un quatrième atelier s'est monté à LAZ. En 1974, l'UNICOPA a installé, au total, 14 ateliers (carte n°2). Si au départ l'UNICOPA pensait implanter des usines dans toute la Bretagne, nous constatons que le nombre d'usines est encore limité. Pour notre part, nous estimons tout simplement que la déshydratation avance péniblement pour des raisons économiques : c'est un procédé de conservation trop coûteux.



Carte n° 2 - LES ATELIERS DESHYDRATATION EN BRETAGNE EN 1974

L'usine de CAST, comme tout atelier de déshydratation, comprend un four pour sécher le fourrage. Ensuite, ce fourrage est aggloméré dans des presses à filières. Ces fourrages sont uniquement hachés par les ensileuses au champ (schéma 11).

Le fourrage, haché par les récolteuses, est aggloméré dans des presses à filières, sans broyage préalable. On obtient à la sortie un produit sec, sous forme de bouchons de 15 à 20 millimètres de diamètre. Cet atelier produit en fait des fourrages déshydratés compactés.

La température, à l'entrée du four, est à 1 000 °C et à 140 - 150 °C à la sortie. Le four est dit « modulant », car sa température à l'entrée est fonction de sa température à la sortie, mais beaucoup de problèmes techniques se posent. Ce four a une capacité théorique d'évaporation de 7 000 litres d'eau par heure; en pratique, il peut atteindre 8 500 litres d'eau évaporés par heure.

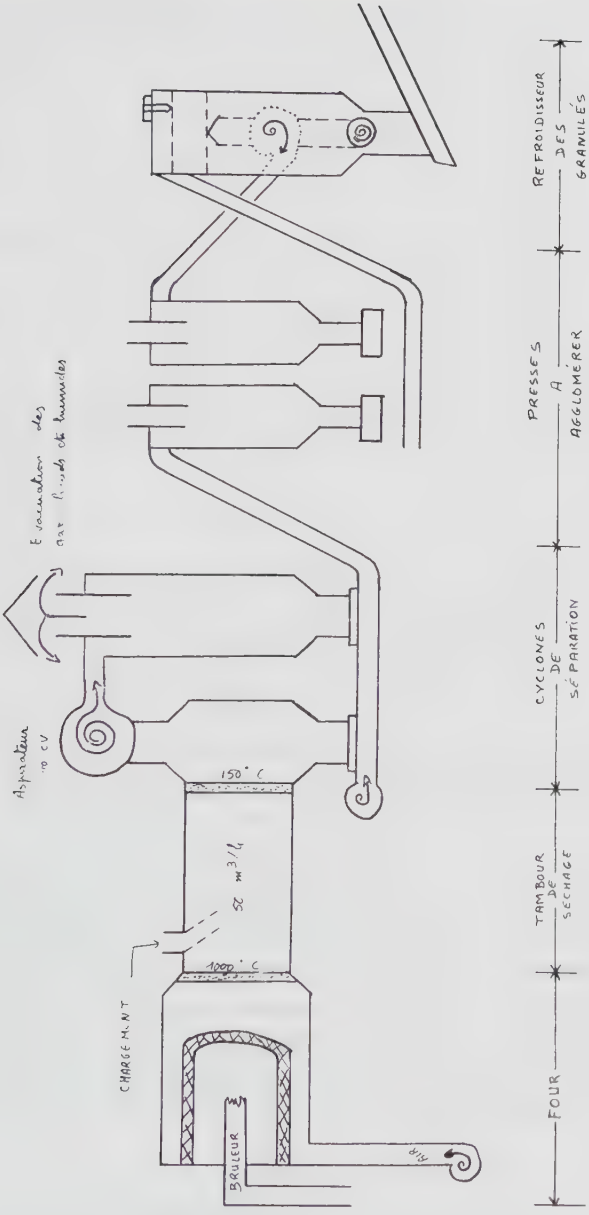


Schéma 11 - L'ATELIER DE DESHYDRATATION DE CAST

Le matériel annexe assurant l'apport du fourrage à l'usine et le transport des « bouchons » à la ferme, comprend :

— 3 récolteuses automotrices (dont une de secours);

— 4 semi-remorques pour le transport du fourrage vert;

— 1 tracteur équipé d'une fourche pour alimenter la déshydrateuse;

— 2 tracteurs et 4 remorques pour le transport des « bouchons ».

Pour faire travailler ces machines, et surveiller la déshydratation du fourrage, l'atelier de déshydratation emploie :

— 3 chefs de poste,

— 2 tractoristes pousseurs,

— 3 transporteurs permanents + 1 au besoin, pris sur la coopérative UNICOPA,

— 2 chauffeurs de récolteuse.

11 personnes travaillent à plein temps et le personnel supplémentaire est fourni, aux périodes de pointe, par la section de l'UNICOPA se trouvant à CHATEAULIN.

Les premières années, l'atelier a eu quelques difficultés à résoudre, car on avait transposé intégralement les techniques de la déshydratation industrielle à la déshydratation agricole : le réglage des machines était différent; les presses ont dû être remplacées, car elles avaient un trop grand diamètre (20 mm au lieu de 15). Le matériel de transport n'ayant pas donné entièrement satisfaction, il a été changé en 1969.

B - II - 3 - **Programme de travail :**

En période de pointe, l'usine travaille 24 heures sur 24, de la façon suivante :

— 2 équipes de 10 heures : 12 h à 22 h et 22 h à 8 h;

— 1 équipe de 4 heures : 8 h à 12 h.

Elle travaille 5 à 6 jours sur 7. La campagne commence, normalement, au début avril, pour se terminer au mois de décembre. Au mois d'août, il y a 15 jours à 3 semaines d'arrêt : généralement, cette période est mise à profit pour faire quelques révisions.

Mais cet emploi du temps n'est pas rigoureux; il dépend essentiellement du climat. En 1972, par exemple, la campagne a démarré plus tard, et elle se poursuivait encore au mois de janvier 1973. La cause en était un retard de végétation au printemps, dû au froid. De plus, en fin de campagne, les surfaces de maïs à déshydrater augmentèrent, car pratiquement personne ne put faire du maïs grain humide.

B - II - 4 - **Les fourrages traités :**

Un programme fourrager, déjà étudié précédemment (A - II - 3), s'impose pour obtenir une coordination entre tous les adhérents. Avec les années, la technique se maîtrise, l'organisation s'améliore et on assiste à une augmentation du tonnage traité. Il arrive souvent que l'atelier, après avoir séché le fourrage des agriculteurs adhérents, sèche le fourrage de quelques particuliers non-adhérents.

Cependant, l'atelier ne fonctionne pas en permanence à la limite de ses possibilités. De plus, il ne peut pas travailler toute l'année à cause du manque de fourrage pendant la période hivernale. Il en est ainsi de bon nombre d'ateliers de déshydratation. Aussi, dans une étude économique des ateliers de déshytratation agricole en France, DENEUX [26] estime-t-il que le pourcentage d'utilisation de ces ateliers est de 60 %. Ceci est d'autant plus vrai qu'un atelier de déshytratation ne travaille généralement que les 2/3 de l'année.

B - III -COUT FINANCIER DE L'UNITE

B - III - 1 - **Coût de l'installation :**

Montée en 1967-1968, cette usine, avec son matériel annexe, a coûté environ 1 800 000 F H. T. Les taxes repré-

sentent 20 % du coût. L'apport financier est assuré par les parts sociales souscrites, les emprunts et une subvention de l'Etat. L'amortissement est échelonné sur plusieurs années :

— récolteuses : 3 ans
— tracteurs, camions, remorques : 5 ans
— presses, refroidisseurs : 7 ans
— tambour de séchage + four : 10 ans
— bâtiment : 12 ans.

Cette usine, conçue pour évaporer 7 000 litres d'eau par heure, peut traiter 600 ha dans l'année. Elle a donc demandé une mise de fond de 3 650 F par ha T. T. C. En 1969, il a fallu prévoir190 000 F d'amortissements et 300 000 F en 1970, amortissements qui augmentent énormément le prix de séchage du kilo de fourrage. Aussi, pour éviter un prix réel trop exhorbitant les premières années, la coopérative a-t-elle demandé à ses adhérents un prix nettement inférieur, mais les amortissements au lieu de s'échelonner sur 10 - 12 ans s'échelonnent sur quelques années supplémentaires. Le problème n'est donc pas résolu.

En 1972-1973, la construction d'une usine, évaporant 9 000 à 10 000 litres d'eau par heure, et traitant 700 à 800 ha coûte au minimum 3 100 000 F H. T. Si on ajoute les 20 % de taxes, la mise de fond par ha est de 4 650 F à 4 950 F environ T. T. C.,pour assurer la mise en route de l'atelier. Il n'est pas besoin de souligner le caractère onéreux de ces usines qui, en outre, sont de grosses consommatrices d'énergie.

B - III - 2 - **Frais de fonctionnement :**

Ils se classent en 6 rubriques différentes :

— Amortissements et frais financiers : ils comportent le remboursement de l'installation essentiellement.

— Frais de personnel : l'incidence sur le coût total est très important et varie considérablement avec la taille de l'usine. Que les machines travaillent peu ou beaucoup, le personnel de surveillance doit toujours être présent. De

plus, il faut, en proportion, plus de personnel pour une petite usine que pour une grande. L'emploi d'une main-d'œuvre saisonnière permet de diminuer un peu le coût.

— La récolte : ce poste ne comprend que les dépenses en carburant, en lubrifiants pour le matériel. Quelle que soit la consommation et les contrats signés avec les fournisseurs, ces produits, de même que le fuel et l'électricité pour l'atelier lui-même, sont sujets à augmentations parfois brutales et peu prévisibles : par exemple, en fin 1973 - début 1974.

— Fuel : c'est-à-dire le carburant nécessaire au brûleur pour fournir les calories.

— Electricité : c'est-à-dire l'énergie nécessaire à l'appareillage électrique qui assure le fonctionnement de l'atelier de déshydratation.

— Entretien et frais généraux : c'est un poste-clé, car son coût dépend de l'habileté et de la conscience des ouvriers.

L'UNICOPA a essayé de comparer les différents frais de fonctionnement pour des usines de taille variable (tableau 14) : le prix évalué en 1969 est donné en francs par tonne de fourrage déshydraté.

Pour avoir une idée plus exacte du prix de revient théorique, il nous faut réviser les prix en tenant compte d'une augmentation minimale de 30 % depuis 1969 (tableau 15).

Ces tableaux nous renseignent d'une part, sur les chiffres théoriques, qui permettent d'espérer une certaine rentabilité du coût des opérations de déshydratation; d'autre part, ces chiffres moyens montrent que, dans le prix de revient de la déshydratation, il y a des chiffres invariables, tandis que les frais de personnel et d'amortissement diminuent quand la taille des usines augmente. On serait tenté donc de construire des usines très grandes, mais on risque alors de se heurter à des problèmes d'organisation et à des faux frais de transport.

Tableau 14 - Prix de revient (théorique) de la déshydratation par tonne de produit déshydraté (l'indice 100 correspond à une usine évaporant 7 000 litres d'eau par heure).

Indice	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Fuel	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Electricité	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Récolte	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Entretiens et frais génraux	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Frais personnel	52	43,3	37,1	32,5	28,8	26	23,6	21,7	20
Amortissements et frais financiers	95,1	79,2	67,9	60	52,8	47,6	43,2	39,6	36,6
Total	201,1	176,5	159,0	146,5	135,6	127,6	120,8	115,3	110,6

Tableau 15 - Prix de revient théorique réajusté.

Indice	50	60	70	80	90	100	110	120	130
+ 30 %	67,0	59,0	53,0	49,0	45,0	43,0	40,2	38,4	37,0
Total réajusté	268,1	230,5	212,0	195,5	180,6	17,06	16,1	153,7	147,6

B - III - 3 - **Prix de revient du fourrage déshydraté :**

Dans le tableau 16, nous avons regroupé les prix de revient du fourrage déshydraté, à chaque campagne. Ce prix de revient représente le prix payé par les adhérents de la coopérative de CAST. Il ne comprend pas la T. V. A. et il ne représente pas le prix réel du coût de l'opération.

Tableau 16 - Prix de revient du kilo de fourrage déshydraté, en centimes.

Année	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Production en tonnes	1 943	4 320	5 509	6 685	6 520	9 212
Amortissements c/kg	3,73	4,30	5,59	4,16	4,24	4,124
Frais financiers c/kg	0,91	1,13	1,72	1,09	0,86	0,39
Frais génraux c/kg	1,40	0,69	1,05	0,72	0,62	1,398
Energie c/kg	4,43	4,29	4,69	5,22	4,83	3,934
Entretien c/kg	1,03	1,14	1,57	2,24	2,22	2,669
Personnel c/kg	2,74	4,00	4,06	3,78	4,96	4,24
Total c/kg	14,24	15,55	18,68	17,21	17,73	16,75

Les taxes représentent 7,5 % du total. Les prix, variables avec l'année, ne correspondent donc pas nécessairement avec le coût réel. On constate l'existence de trois chapitres très variables qui, de plus, ont une forte incidence sur le prix de revient : l'énergie, le personnel, l'entretien. Avec l'augmentation du prix de l'énergie au début de 1974, les responsables estiment qu'à la fin de la campagne de 1974, le prix se situera aux environs de 23 - 25 c/kg.

B - IV - UTILISATION DES FOURRAGES DESHYDRATES PRODUITS

Une toute petite partie des fourrages déshydratés par l'atelier de CAST est vendue dans le commerce. Généralement, le fourrage traité est utilisé sur place, en affourragement, soit pour la vache laitière, soit pour l'engraissement de taurillons.

Pour la vache laitière, le fourrage déshydraté s'utilise comme aliment complémentaire distribué à la crèche, au moment de la traite. Utilisé pour les taurillons à l'engrais surtout, il constitue leur ration de base. Certains dirigeants de l'UNICOPA estiment qu'avec les fourrages déshydratés, les taurillons reçoivent une alimentation complète. Cependant, dans la pratique, les éleveurs supplémentent les rations à base de fourrage déshydraté avec du concentré minéral vitaminisé, et surtout avec des tourteaux, ce qui augmente considérablement le prix de revient de la viande produit.e

En 1970, on comptait 900 mâles à l'engrais dans la région du Porzay, la plus grande partie étant élevée chez les adhérents à la coopérative de déshydratation. Actuellement, il y a environ 1 600 places disponibles. Les animaux nourris aux fourrages déshydratés, sont soumis à un programme d'alimentation qui est fonction de l'âge et des fourrages en stock. Ce programme a été établi par le directeur de la ferme expérimentale de l'UNICOPA, à LANGUIDIC dans le Morbihan (tableau 17).

Toutes les productions animales des adhérents à l'usine de déshydratation de CAST (ou d'ailleurs aussi), que ce soit le lait ou la viande, doivent être obligatoirement livrées à la coopérative UNICOPA. Cette main-mise de la coopérative constitue aussi un obstacle à certains projets d'installation d'usines.

TABLEAU 17 - Tableau de rationnement des taurillons à partir des fourrages déshydratés.

Age des animaux	mélange maïs-luzerne		mélange maïs-soya		mélange R.G.I.-Fétuque 1re qualité		mélange orge-luzerne		mélange luzerne-fétuque R. G. I.		mélange luzerne-pulpe déshydratée		mélange R.G.I.-fétuque 2e qualité		mélange maïs R.G.I. fétuque	
	maïs	luzerne	maïs	soya	R.G.I.	fétuq.	orge	luzerne	luzerne	fétuque R.G.I.	luzerne	pulpe	R.G.I.	fétuque	maïs	fétuque R.G.I.
3 à 6 mois	1/3	2/3	4/5	1/5	1/3	2/3 fétuq. seule	1/3	2/3	1/4	3/4 1re qualité	2/3	1/3				
7 à 10 mois	1/2	1/2	4/5	1/5	1/2	1/2	à ce stade le régime est à éviter = coût élevé		1/4	3/4 2e qualité	1/2	1/2	1/3	2/3		
11 à 14 mois	2/3	1/3									1/3	2/3	1/2	1/2	1/3	1/3
Plus de 14 mois	3/4	1/4											1/2	1/2	2/3	1/3

Tous les régimes peuvent être étudiés pour la période de finition, mais nous n'avons retenu que les moins coûteux : l'apport d'orge, de tourteau, pulpe en quantité importante augmente nettement le coût de la ration journalière.

C - **RESULTATS ET DISCUSSION**

Après avoir étudié cet atelier de déshydratation, nous allons présenter quelques résultats obtenus chez les animaux nourris aux fourrages déshydratés. Nous essaierons de discuter ces résultats, de comparer ce mode d'alimentation à l'ensilage.

C - I - RESULTATS OBTENUS

C - I - 1 - **Chez les vaches laitières :**

Nous ne possédons que peu de résultats sur les vaches laitières alimentées aux fourrages déshydratés. Aucun adhérent n'utilise ces fourrages comme ration de base. Nous n'avons que les résultats obtenus à la ferme expérimentale de l'UNICOPA située à LANGUIDIC, dans le Morbihan. Les résultats concernant 40 vaches FFPN issues de 3 taureaux différents. Depuis le début de 1971, des essais sont en cours avec des vaches Holstein. Ces vaches sont divisées en 4 lots : elles sont nourries de la façon suivante :

— fourrage déshydraté condensé + cencentré

— fourrage déshydraté condensé sans concentré

— fourrage déshydraté compacté + concentré

— fourrage déshydraté compacté sans concentré.

Pendant la période pré-expérimentale, toutes les vaches reçurent de l'aliment concentré. L'expérimentation, sur 1970 et sur 1971, donna les résultats suivants (tableau 18 et 19).

Tableau 18 - Résultats obtenus à LANGUIDIC, sur 40 vaches nourries aux fourrages déshydratés - Résultats journaliers moyens.

Régime	Pré-expérimentation			Expérience 1970 *			Expériences 1971 **		
	Consommation Fourrages en kg de MS	Concentré en kg de MS	Litres de lait	Fourrages en kg	Concentré en kg	Lait en litres	fourragère en kg	Concentré en kg	Lait en litres
Condensé + concentré	11,32	3	16,07	14,72	0,78	12,08	13,29	4,84	21,13
Condensé seul	11,19	3,29	15,76	13,43		11,28	15,69		19,60
Compacté + concentré	10,37	3,37	16,10	13,32	0,42	10,32	11,67	3,84	19,80
Compacté seul	10,54	3,28	15,76	12,90		9,57	14,76		18,16

* L'expérience de 1970 sur la totalité de la lactation.

** L'expérience de 1971 porte s ur les 4 premiers mois de lactation.

Tableau 19 - Productions laitières et consommations d'aliments sur une année.

Régime	Litre de lait	Kg de concentré	Kg de fourrages	MS/l de lait
Condensé + concentré	5 550	987	5 630	1,19
Condensé seul	4 830		6 042	1,25
Compacté + concentré	4 600	736	4 971	1,24
Compacté seul	4 150		5 400	1,30

L'expérience de 1971 ne porte que sur les 4 premiers mois de lactation (dans cet élevage on pratique le groupage des chaleurs). Certes, nous n'assistons pas à des performances extraordinaires.

Manquant de références avec l'alimentation à base de fourrages ensilés, il nous est difficile de faire des comparaisons intéressantes. Cependant, un calcul économique rapide, tenant compte du prix de vente du lait et du prix d'achat des aliments, nous montre que ce type d'alimentation n'est pas très rentable.

Rappelons que, dans le cadre de la coopérative de déshydratation de CAST, les éleveurs utilisent les fourrages déshydratés comme aliment complémentaire distribué à l'auge.

C - I - 2 - **Chez les taurillons :**

Précédemment, nous avons vu que la déshydratation des fourrages a provoqué le développement de la production du taurillon de boucherie, dans la région du Porzay. En fait, ce développement est très accusé dans tout le Finistère. Les animaux sont alimentés soit avec des fourrages déshydratés, soit avec du maïs-fourrage ensilé.

Les fourrages déshydratés sont-ils préférables au maïs-fourrage ensilé, pour la production du jeune bovin de boucherie ? Pour essayer de répondre à cette question, nous allons étudier quelques résultats comparatifs.

C - I - 2 - a - **Résultats de la Maison de l'Elevage du Finistère :**

La Maison de l'Elevage du Finistère [2] a fait un contrôle de croissance de taruillons dans 28 exploitations spécialisées :

17 exploitations utilisent les fourrages ensilés (maïs surtout),

11 exploitations utilisent les fourrages déshydratés.

De janvier 1969 à novembre 1970, les contrôles ont donné les résultats suivants (tableaux 20 et 21) :

Tableau 20 - Dans les 17 exploitations utilisant l'ensilage de maïs.

Période	4-6 mois	7-9 mois	10-12 mois	13-18 mois	4 mois abattage
Nombre d'animaux	461	693	884	1 083	420
GMQ en g	776	781	874	874	850
Extrêmes observés	406 1 047	456 1 045	566 1 053	693 1 104	600 1 000

Tableau 21 - Dans les 11 exploitations utilisant les fourrages déshydratés.

Période	4-6 mois	7-9 mois	10-12 mois	13-18 mois	4 mois abattage
Nombre d'animaux	381	523	447	333	193
GMQ en g	890	900	982	916	920
Extrêmes observés	613 1 392	440 1 296	780 1 287	711 987	838 1 000

Les exploitations utilisant les fourrages déshydratés obtiennent de meilleurs résultats que les exploitations utilisant l'ensilage de maïs. De plus, les résultats sont plus réguliers. Mais à partir du 12e mois, l'écart des GMQ diminue

entre les deux types d'alimentation. Au stade de la finition, l'ensilage de maïs peut concurrencer avantageusement les fourrages déshydratés.

En station, avec des régimes à peu près semblables, les fourrages déshydratés permettent des croissances généralement supérieures [34 - 38] (tableaux 22 et 23).

Tableau 22 - Croissances obtenues avec différents régimes [38].

Régimes / Critères	Maïs ensilage à 27 % de MS	Maïs ensilage à 34 % de MS	Maïs déshydrté compacté	Maïs déshydrté compacté + Ray Grass
Age le 05-02-69 en jours	153	153	154	155
Age à l'abattage en jours	549	545	506	511
Poids le 05-02-69 en kg	166	166	166	166
Poids à l'abattage en kg	535	544	535	536
GMQ en g	932	964	1 048	1 069
Consommation en kg de MS :				
Maï ensilé à 27 % de MS	2 214			
Maïs ensilé à 34 % de MS	21	2 269	36	36
Maïs déshydraté compacté			2 609	1 988
Ray Grass vert				470
Maïs grain		105		
Betteraves	11	11	9	9
Tourteau de soja	9	9	12	12
Urée à 46 %	45	44	55	47
Support urée	12	20	110	54
CMV	44	46	55	48
Consommation totale	2 356	2 504	2 886	2 664
C (kg de MS) du 05-2-69 à l'abattage	6,38	6,62	7,82	7,20

Ce tableau nous montre une supériorité du régime à base de maïs déshydraté pour la rapidité de croissance · l'écart des GMQ se situe entre 100 et 120 g par jour. Les animaux nourris à l'ensilage perdent environ 1 mois à 1 mois et demi. Cependant, l'Indice de Consommation est en faveur des lots nourris au maïs ensilé. Le régime à base de maï déshydraté n'exclue pas l'apport d'aliment complémentaire azoté. Pour éliminer l'apport azoté, il faudrait composer un régime incorporant des légumineuses. Mais serait-il suffisant ?

Tableau 23 - Effets d'une succession de régimes [37].

Régimes / Critères	Ensilage de maïs	Maïs déshydraté	Maïs déshydraté puis RG déshydraté	Maïs ensilé puis RG vert puis maïs ensilé
Age au début de l'expérience en jours	151	151	151	151
Age moyen d'abattage en jours	564	484	544	581
Poids au début en kg	172	176	173	170
Poids à l'abattage en kg	573	577	596	564
GMQ en g	970	1 204	1 076	916
Consommation de MS/animal (kg)	2 530	2 714	3 646	2 706
Eenslage maïs (kg)	1 791			1 131
Ray Grass vert (kg)				1 044
Maïs déshydraté (kg)		2 064	1 160	
RG déshydraté (kg)			1 894	
Tourteau de soja 44 % (kg)	284	390	279	186
Divers (orge, maïs grain (kg)	455			345
Foin (kg)		260	313	
IC en kg de MS	6,30	6,81	8,61	6,86

Ces résultats suscitent quelques remarques. D'une part, nous constatons une efficacité supérieure du régime à base de maïs déshydraté : l'animal gagne 2 mois en moyenne sur les autres régimes, mais il a une forte consommation alimentaire et il y a un gros apport de tourteau de soja. D'autre part, les alternances de régimes ne sont pas toujours bénéfiques : il faut éviter une finition des animaux au Ray Grass déshydraté, car la consommation est trop forte par rapport aux résultats obtenus.

En comparant les résultats obtenus en station, nous constatons une nette supériorité de l'alimentation à base de fourrages déshydratés sur les maïs ensilés, en ce qui concerne la vitesse de croissance. Mais les quantités de fourrages déshydratés consommées augmentent beaucoup. Aussi, pouvons-nous penser que cette amélioration de la vitesse de croissance est peut-être due plus à une augmentation des quantités ingérées, qu'à l'efficacité du produit présenté. Nous ne devons donc pas perdre de vue la rentabilité de la technique d'alimentation des taurillons aux fourrages déshydratés.

Il nous faut signaler les essais de MALTERRE, GREAY, BERTIN, HUGUET et PELAT, effectués à la station de THEIX et rapportés par PEYRAUD [58]. Ces essais comparent le maïs ensilé et le maïs déshydraté. Ces auteurs ont obtenu les résultats suivants, avec du maïs INRA 238 à 38 % de matière sèche, ensilé ou déshydraté compacté à haute température, avec des taurillons frisons, danois, au stade finition (tableau 24).

Tableau 24 - Essai comparatif du maïs ensilé et du maïs déshydraté.

	Ensilade de maïs à volonté	Maïs déshydraté compacté à volonté
Nombre d'animaux	17	17
Durée d'engraissement en jours	89	89
Age moyen initial en jours	546	548
Poids initial en kg	453	453
Poids final en kg	582	569
CMQ en g	1 454	1 300
MS ingéré en kg/j : Maïs	8,45	10,04
Concentré	2,54	2,54
MS ingérée par kg de gain	7,55	9,61

Le maïs déshydraté est moins efficace que le maïs ensilé. L'auteur ajoute que les carcasses du lot nourri au maïs déshydraté avaient un état d'engraissement très inférieur. Ces résultats confirment nos remarques précédentes sur la supériorité du maïs ensilé pour la finition des taurillons.

WOLTER [65] estime que le maïs ensilé constitue à lui seul un excellent fourrage à fort potentiel énergétique. Bien récolté, et bien complété, il est très bien valorisé par le taurillon de boucherie. Cet auteur rapporte par ailleurs que le maïs ensilé assure à lui seul une croissance voisine de 1 000 g/jour. Il préconise aussi deux niveaux de complémentation qui donnent de bons résultats; avec un maïs ensilé à 32-35 % de M. S. :

— maïs ensilé à volonté + 1 kg à 1,5 kg de concentré à 35-40 % de Pb GMQ : 1 100 g

— maïs ensilé à volonté + 3 kg de concentré à 35-40 % de Pb GMQ : 1 250 g

Ces régimes qui permettent de bonnes croissances sont d'autant plus économiques qu'une partie des protéines peut être remplacée par de l'urée [64], et qu'ils ne nécessitent pas trop d'investissements en matériels de récolte.

C - I - 2 - b - **Résultats obtenus chez un éleveur :**

L'amabilité d'un éleveur nous a permis de reproduire ci-dessous quelques résultats obtenus avec des lots de taurillons, nourris aux fourrages déshydratés récoltés sur la ferme.

— Lot n° 1 :

35 animaux (tableau 25)

naissance le 5 mai 1970

prix moyen d'achat du veau : 450 F

consommation par veau : 33,500 kg de lait
44 kg de granulés.

Tableau 25 - Croissance du lot n° 1.

Dates de pesées	Age	Poids en kg	GMQ en g	Bouchons en kg/animal	Soja 44 en kg/animal	Minéraux en kg
15 juil. 1970	2 mois 10 j	102		26	4	
19 oct. 1970	5 mois 1/2	202	1 030	369	21	
18 janv. 1971	8 mois 1/2	299	1 080	588	60	9
22 avril 1971	11 mois 1/2	397	940 980 sans les blessés	772	59	
14 juin 1971 : 1 vendu, 488 kg d'aliments/animal 21 juin : 10 vendus, 62 kg d'aliments/animal						
8 juil. 1971		471	1 300	756		
27 juil. 1971	ventre des 24 derniers - Du 8 au 27, consommation : 179 kg/animal					

Poids moyen des carcasses à l'abattage .. 263,4 kg

Consommation totale de bouchons .. .. 2 832 kg

Consommation totale d'autres aliments .. 230 kg

$$\text{Taux de conversion} : \frac{\text{quantité d'aliments}}{\text{gain de poids}} : \frac{3062}{471} = 6{,}1$$

Si on considère le poids du veau à l'achat : 45 kg

$$\text{Taux de conversion} : \frac{3062}{471\text{-}45} = 7$$

— Lot n° 2 :

36 animaux (tableau 26)
naissance le 1er octobre 1969
34 vendus le 16 février 1971
1 taurillon est mort le 20 juillet 1970
1 taurillon consommé le 1er octobre 1970

Consommation par animal : 36 kg de lait
32 kg de gran. démar.
37 kg de minéraux

Tableau 26 - Croissance du lot n° 2.

Dates de pesées	Poids moyen en kg	GMQ en g	Consommation par bête et par période	
			Maïs et graminées déshydratées en kg	Soja 44 en kg
3 avril 1970	196	910	367	125
15 juillet 1970	318	1 180	703	22
19 oct. 1970	395	790	900	
18 janv. 1971	488	1 030	890	54
Abattage le 16-02-71	519	1 107	296	23

Consommation totale d'aliments . . . . . 3 485 kg

$$\text{Taux de conversion : } \frac{\text{quantité d'aliments}}{\text{poids}} : \frac{3485}{519} = 6{,}1$$

En tenant compte du poids du veau à l'achat : 45 kg

$$\text{Taux de conversion : } \frac{3485}{519\text{-}45} = 7$$

Ce taux de conversion est différent de l'indice de consommation.

Le 1er lot a eu une bonne croissance : le GMQ moyen est de 1 090 g environ. Le second lot a moins bien grandi : le GMQ moyen est de 1 000 g environ. Est-ce suffisant pour rentabiliser ce système d'alimentation ?

C - I - 2 - c - **Résultats comparatifs entre l'alimentation aux fourrages ensilés et aux fourrages déshydratés :**

Nous avons obtenu une série de résultats, tirés d'une enquête menée par l'ITEB, l'ITCF et la Maison de l'Elevage du Finistère. Cette enquête a voulu comparer des étables de taurillons, nourris uniquement aux fourrages ensilés, ou aux fourrages déshydratés. Cette enquête menée chez 6 éleveurs utilisant l'un ou l'autre des 2 systèmes d'alimentation a permis d'étudier 24 lots d'animaux (tableaux 27 et 28)

Quelles conclusions pouvons-nous tirer de ces tableaux ? Les GMQ varient d'un lot à l'autre, car les lots n'étaient pas composés d'animaux issus de la même race. En comparant les indices de consommation, le fourrage déshydraté conviendrait mieux aux jeunes animaux qui le rentabilisent bien par leur potentiel de croissance. Le fourrage ensilé convient mieux pour l'engraissement des animaux. Le système d'alimentation aux fourrages déshydratés n'apparaît pas comme nettement supérieur à l'alimentation à base de fourrages ensilés. Avec une bonne mécanisation et une bonne disposition des étables, l'alimentation d'un trou-

TABLEAU 67 - Taurillons nourris aux fourrages déshydratés.

Consommation moyenne du lot													
- début expérience	1.3.72	13.4.72	6.4.72	18.6.72	16.3.72	22.3.72	16.3.72	22.3.72	18.3.72	18.3.72	22.3.72	16.3.72	
- poids initial corrigé en kg	48	54	54	52	125	135	272	305	337	400	448	453	
- fin expérience	19.6.72	14.6.72	16.6.72	19.6.72	14.6.72	16.6.72	14.6.72	16.6.72	19.6.72	19.6.72	14.6.72	11.6.72	
- poids final corrigé en kg	79	105	101	133	220	220	383	398	421	477	561	539	
- G M Q en g	650	820	650	930	1060	980	1200	1090	700	800	1110	990	
- gain de poids total en kg	1045	1836	1870	2953	3279	3277	3415	3414	3201	3288	3117	1846	
- durée de l'expérience	50	62	72	94	91	87	91	87	94	94	82	88	
- nombre moyen d'animaux	41	33	40	41	34	40	31	33	37	38	39	21	
Nombre de jours d'alimentation	2087	2260	2078	3854	3094	3344	2845	3132	3522	3590	1.34	1865	
Consommation/lot/période en kg de M. S.													
- maïs déshydraté	517	1228	22	4832	7591	2387	11 750	4410	17 165	22 611	3523	10 961	
- herbe déshydratée		126	531		3748	11790	8 537	17195	10 795	9 345	4559	5 953	
- soja		130		1052	1148	593	980	658	1 087	1 166	433	753	
- [illegible]		17	18	144	185	346	198	334	450	357	111	149	
- Lait	1107	1213	1494	1153									
- granulé veau démarrage	378	1260	1620	1655									
- foin	153		289	592									
- orge				636	567								
- légumineuses déshydratées			24			193		255			32		
- granulé jeune bovin		36											
Matière sèche totale	2185	4010	3998	10095	13239	15309	21 465	22852	29 498	33 490	8468	17 797	
I. C. Kg de M. S./kg de gain	1,62	2,12	2,14	3,42	4,04	4,67	6,28	6,69	9,21	10,18	7,62	9,64	
Consommation/animal/jour en kg de M. S.													
- M. S. grossière	0,32	0,60	0,30	1,41	3,66	4,30	7,13	6,97	7,94	8,89	7,85	9,06	
- ration totale	1,05	1,77	1,39	2,62	4,28	4,58	7,54	7,29	8,37	9,32	8,38	9,54	

TABLEAU 28 - Taurillons nourris aux fourrages ensilés.

Croissance moyenne du lot													
- début de l'expérience	29.4.72	16.4.72	19.2.72	24.2.72	23.3.72	20.3.72	24.3.72	21.3.72	21.3.72	21.3.72	21.3.72	24.3.72	24.3.72
- poids corrigé au début kg	50	58	59	100	104	276	290	298	357	405	439	464	
- fin de l'expérience	20.6.72	21.6.72	20.6.72	22.6.72	21.6.72	21.6.72	22.6.72	20.6.72	22.6.72	20.6.72	21.6.72	22.6.72	
- poids corrigé en kg	97	97	148	190	191	375	385	405	440	506	461	474	
- G M Q en g	680	680	720	1080	950	1100	950	1150	910	1100	980	740	
- gain de poids total en kg	1102	4251	2750	11831	5911	6121	7909	9415	9225	4320	9021	4080	
- durée de l'expérience en j	52	56	100	91	91	91	91	92	91	92	91	91	
- nombre moyen d'animaux	31	105	31	102	57	71	83	80	100	43	102	55	
Nombre de jours d'alimentation	1591	7043	3769	12080	5158	5574	7553	8944	9127	3927	9211	5054	
Consomm./lot/période en Kg de M. S.													
- maïs ensilé	137	158	2417	18040	12527	22381	42773	10944	57484	29308	32785	35193	
- herbe déshydratée				4372			58		279			31	
- maïs déshydraté		1780		5897	155				40			35	
- Soja		246	504	8280	3975	4793	5281	2899	7589	1723	5834	4184	
- [illegible]		81	90	1093	429	493	1001	321	1811	426	834	574	
- maïs grain humide		73	1104	5518	2429	3394	2744	557	3855	1458	5362	1381	
- orge				2734								878	
- lait	1119	5407	1287	121									
- granulé veau démarrage	319	4007	837	358	1042								
- foin	31	235	510	270									
- herbe ensilée					604	1201					5362		
- granulé jeune bovin		180	1800		450			57	maëlli →	149			
Matière sèche totale en kg	[illegible]	16170	26830	43101	20311	34870	56857	20738	59848	33057	[illegible]57	42376	
I. C. kg de M. S. / kg de gain	2,13	3,73	9,22	3,63	3,77	5,61	5,92	5,57	7,57	8,11	5,14	10,38	
Consommation/animal/jour en kg de M. S.													
- M. S. grossière	0,29		0,80	1,00	2,14	5,00	5,55	5,43	5,29	7,44	5,13	5,95	
- ration totale	1,57	5,61	7,13	3,57	5,72	6,21	5,99	7,73	7,55	8,90	7,89	8,28	

peau avec du fourrage ensilé ne demande pas plus de temps que l'alimentation d'un troupeau aux fourrages déshydratés

En conclusion, nous constatons que techniquement et zootechniquement, les deux méthodes se valent. Finalement, le facteur qui permet de choisir telle technique plutôt qu'une autre, est le facteur économique.

C - II - 1 - **Facteurs entraînant une variation du prix de revient de la déshydratation :**

Dans une unité de déshydratation il y a des charges fixes (amortissements, frais financiers, assurances et frais de gestion), et des charges variables (personnel, frais généraux, entretien, récolte et transports, combustible et électricité surtout). Ces charges variables grèvent le budget d'un atelier de déshydratation : il suffit de songer aux répercussions dues aux hausses du pétrole et de l'électricité. De plus, les frais de récolte et de transport augmentent énormément quand les adhérents sont trop dispersés. Généralement, le matériel de déshydratation n'est pas utilisé à plein temps : cette sous-utilisation, due à des arrêts, par panne mécanique, ou par défaut d'approvisionnement, entraîne parfois un déficit. DENEUX [26] signale que le prix de rétrocession du produit déshydraté est inférieur au prix de revient dans bon nombre d'ateliers, pour éviter un coût de production trop élevé. Cet état de fait, nous l'avons aussi constaté dans le cas de l'unité que nous étudions.

C - II - 2 - **Aperçu de la comptabilité des unités de déshydratation installées par UNICOPA en Bretagne :**

Nous avons eu connaissance d'un dossier, du 10 janvier 1973, de demande de participation financière de l'Etat, pour aider à la création d'une usine de déshydratation des fourrages par la coopérative COOPASUD de QUIMPER. Nous y avons trouvé les résultats suivants concernant la comptabilité de l'unité de déshydratation de CAST (tableau 29) : cet atelier, comme tous les ateliers qui fonctionnaient en 1971, ont pratiqué, de la première année de travail jusqu'à cette date, un prix de rétrocession inférieur au prix réel.

Tableau 29 - Prix réel et prix pratiqué de 1968 à 1971 à CAST.

Année		1968		1969		1970		1971	
Production en tonnes		1 943		4 320		5 509		6 685	
Prix		Pratiqué	Réel	Pratiqué	Réel	Pratiqué	Réel	Pratiqué	Réel
Amortissements	c/kg	3,73	16,03	4,30	6,54	5,59	6,22	4,16	5,10
Frais financiers	c/kg	0,91	1,64	1,13	1,13	1,72	1,72	1,09	1,09
Frais généraux	c/kg	1,40	5,37	0,69	0,69	1,05	1,05	0,72	0,72
Energie	c/kg	4,43	4,43	4,29	4,29	4,69	4,69	5,22	5,22
Entretien	c/kg	1,03	1,03	1,14	1,14	1,57	1,57	2,24	2,24
Personnel	c/kg	2,74	4,86	4,00	4,00	4,06	4,06	3,78	3,78
Total payé par l'adhérent	c/kg	14,24	33,36	15,55	17,79	18,68	19,31	17,21	18,15
— produits accessoires + déficit exploitation		+ 0,28	— 12,57	— 0,36	— 0,36	— 2,59	— 2,59	— 0,06	— 0,06
Total en c/kg		14,52	20,79	15,19	17,43	16,09	16,72	17,15	18,09

Tableau 30 - Déficit d'amortissements en francs, en 1971.

	1968	1969	1970	1971	Total	Total de tonnes produites	Déficit moyen en c/kg produit	Prix moyen de cession en c/kg	Prix moyen réel en c/kg
CAST	144 747	93 396	40 096	63 063	344 842	18 457	1,72	16,09	17,81
PLOUNEVEZEL	73 159	191 684	203 502	121 427	589 772	12 093	5,22	16,10	21,32
MALESTROIT	26 544	185 369	- 15 933	0	195 920	14 736	1,33	15,48	16,81
LAZ			389 642	255 145	644 787	7 283	8,18	17,83	26,01
PLEYBER-CHRIST			21 862	150 279	172 141	7 867	2,18	17,85	20,03
SAINT-ETIENNE-DU-GUE-DE-L'ISLE				79 739	79 739	6 600	1,21	17,43	18,64
Total	244 450	473 989	639 169	669 553	**2** 027 261	67 836	3,00	16,44	19,44

MANSON [51] estime que, si le coût de déshydratation du fourrage dépasse 18 centimes, ce qui est déjà très élevé, il faut reposer le problème de la déshydratation des fourrages par rapport à l'ensilage. Une fois de plus, devant les chiffres de ce tableau, nous sommes obligés de poser le problème de la rentabilité de la déshydratation.

Toujours tirée de la monographie de COOPASUD, nous allons considérer maintenant, la comptabilité globale des différentes usines de déshydratation, installées par UNICO PA, intitulée déficit d'amortissements (tableau 30).

En 17 campagnes, une seule usine a fait une fois du bénéfice; l'année suivante, elle a équilibré son budget. Ce tableau nous montre, en définitive, que le prix moyen réel de la déshydratation est élevé.

C - II - 3 - **Mise de fonds pour faire de l'ensilage :**

Ces dernières années ont été marquées par une révolution dans les techniques de conservation des fourrages. On a assisté, selon DENEUX [26], à un certain engouement pour la déshydratation des fourrages, qui, technologiquement, est valable. Cependant, beaucoup d'agriculteurs ont opté pour l'ensilage de maïs essentiellement.

Il existe deux possibilités pour faire de l'ensilage de maïs : faire appel à l'entreprise de travaux agricoles qui récolte l'hectare pour 550 à 650 F T. C., ou bien acheter le matériel en copropriété. Selon le type de matériel et les surfaces à récolter, les prix varient (tableau 31).

Tableau 31 - Prix moyen du matériel d'ensilage - Prix d'avril 1974, T. T. C.

Quantité à récolter en ha	40	80
Prix de l'ensileuse en F	28 980	32 916
Prix du tracteur en F	48 250	79 000
Total	77 230	111 916
Mise de fonds par ha environ	2 000	1 400

L'équipement pour faire de l'ensilage de maïs ne coûte pas excessivement cher. Si, en plus, on veut ensiler de l'herbe, on peut avoir une barre de coupe pour 10 000 F. En ce qui concerne le matériel secondaire, c'est-à-dire les remorques à fond mouvant, les fermes en sont génralement pourvues.. Certes, la pratique de l'ensilage exige plus de travail et de temps de la part de l'agriculteur, par rapport à la déshydratation, mais il faut savoir faire son choix.

C - II - 4 - **Prix de revient de l'hectare rentré sous forme déshydratée ou sous forme ensilée :**

Essayons de voir les frais qu'entraîne la déshydratation ou l'ensilage d'un hectare de maïs (tableau 32). Nous pouvons considérer que, jusqu'au jour de la récolte, le prix de culture d'un hectare de maïs à déshydrater ou à ensiler est le même. Quel est donc le prix de récolte de deux parcelles identiques en surface et en qualité, selon qu'on la déshydrate, ou qu'on l'ensile ? Evaluons la production à 12 000 kg de bouchons de maïs.

Tableau 32 - Frais de conservation par ensilage ou par déshydratation.

	Fourrage déshydraté	Fourrage ensilé	
Frais de déshydratation	0,17 × 12 000 = 2 050 F		
Frias d'ensilage (entreprise agricole)		500	500
Conservation en silo ordinaire		168	
Conservation en silo étanche			249
Total	2 050 F	668 F	749 F

Les frais de conservation ont été estimés par la Maison de l'Elevage de QUIMPER en fin 1972. Ce petit tableau nous donne une différence de frais de récolte, de 1 300 à 1 380 F par hectare, selon la méthode de conservation choisie.

C - II - 5 - **Ce qu'apporte et ce que coûte la déshydratation :**

Avec une supériorité des performances zootechniques pas toujours très marquée, la déshydratation apparaît comme un système d'alimentation onéreux, par rapport à l'ensilage. Si dans les petites unités agricoles, la déshydratation semble diminuer énormément les besoins de main-d'œuvre, il ne faut pas oublier que la manipulation de l'ensilage est aussi mécanisable. Certes, l'alimentation avec des fourrages déshydratés est plus contrôlable en quantité, et plus diversifiée, mais les bénéfices justifient-ils tant de frais ? Il ne faut pas oublier non plus que, souvent, le prix de rétrocession des fourrages déshydratés est inférieur au coût de traitement réel, et que les usines sont installées parfois grâce à de nombreuses subventions (DENEUX [26] et DEFAIX [18]. En définitive, comme le note DUBOST [27], la déshydratation est une technique très coûteuse, et il ne faut pas s'y lancer sans réfléchir. Peut-être est-il préférable de faire un peu moins de cultures ou d'animaux à viande, et à un prix de revient plus bas ? Il ne faut donc pas perdre de vue les deux côtés du problème esquissé par KROMMER [43] : « Ce qu'apporte et ce que coûte la déshydratation ».

CONCLUSION

Cet essai d'étude d'un atelier de déshydratation peut être résumé par le titre de deux articles : « la déshydratation a-t-elle un avenir ? » [7] et « Maïs ensilé ou maïs déhydraté ? » [2]. Actuellement, le problème se pose à nouveau, après l'augmentation brutale du coût de l'énergie (hausse du pétrole, hausse de l'électricité).

Que faut-il donc penser de la déshydratation agricole ? Techniquement, c'est un procédé proche de la perfection, mais économiquement, c'est procédé très coûteux qui suppose d'énormes investissements, ce qui limite son développement. Si l'UNICOPA, pour diverses raisons, a misé sur cette technique de conservation des fourrages, certaines réticences sont dues parfois au fait que la déshydratation entraîne l'intégration de l'éleveur dans un système commercial.

Certes, la déshydratation présente de nombreux avantages du point de vue agronomique, main-d'œuvre, engraissement des animaux, mais les résultats zootechniques n'affirment pas, de façon très nette, la supériorité de la déshydratation par rapport à l'ensilage. En effet, les animaux nourris aux fourrages déshydratés consomment plus que les animaux nourris aux fourrages ensilés, pour une efficacité alimentaire guère meilleure des fourrages déshydratés par rapport aux fourrages ensilés. De plus, la finition des animaux est plus facile avec le maïs ensilé. Comme le souligne CAZES [14], avec les fourrages déshydratés, la marge de bénéfice est très réduite. Enfin, il ne faut pas oublier l'important déficit d'exploitation des ateliers en place.

Considérant tous ces inconvénients, devons-nous écarter la technique de déshydratation comme méthode de conservation des fourrages ? La déshydratation est un excellent moyen de conservation de l'herbe, mais elle ne convient pas pour la conservation du maïs. Une solution consisterait à déshydrater l'herbe et à ensiler le maïs. Mais, là encore, on se heurte à un problème économique, car dans les ateliers de déshydratation, dite « agricole », le séchage du maïs est nécessaire pour abaisser le coût de séchage de l'herbe.

Nous conclurons en soulignant une fois de plus le caractère onéreux de la déshydratation des fourrages. Il est regrettable qu'après 6 années d'activité dans la région, personne ne veuille avouer si la technique est vraiment rentable ou non. Nous terminerons en redisant que le fourrage ensilé, surtout le maïs au besoin enrichi avec de l'urée, permet d'engraisser convenablement les animaux; et souvent il est préférable d'engraisser moins d'animaux, quitte à le faire mieux et avec moins de frais.

Vu : Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire
Rapporteur
Professeur FALIU

Vu : Le Directeur de l'Ecole Vétérinaire
Professeur R. LAUTIE

Vu : Le Président de la Thèse
Professeur GAYREL

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Toulouse, le 27 mai 1974
Le Président de l'Université
Paul-Sabatier
L. LARENG

BIBLIOGRAPHIE

[1] A la pointe de l'Elevage, n. 28, juin-juillet 1971.

[2] A la pointe de l'Elevage. Diverses notes de la Maison de l'Elevage de QUIMPER.

[3] ANDRIEU (J.). — Valeur alimentaire des fourrages déshydratés et agglomérés. Fourrages n. 42, juin 1970, 58-67.

[4] BERANGER (C.). — Les fourrages déshydratés dans l'alimentation des bovins producteurs de viande. Fourrages n. 36, décembre 1968, 62-80.

[5] BERANGER (C.) et JARRIGE (R.). — Comparaison du foin de luzerne normal et du foin de luzerne broyé, dans l'alimentation du bœuf à l'engrais. Ann. Zootechn., 1962, 11, 273-294.

[6] BISHOP (S. E.), LOASLI (J. K.), TRIMBERGER (G. W.) et TURK (K. L.). — Effect of pelleting and grain intakes on milk yield and composition. J. Dairy Sci., 1963, 46,22-26.

[7] BOURGEOIS (L.). — La déshydratation a-t-elle un avenir ? L'information agricole n. 424, avril 1972, 24-26.

[8] BROOKS (O. L.), BEATY (E. R.) et MAC CREERY (R. A.). — Comparaison of pelleted coastal Bermuda grass and two mixed rations for animal gains and carcass values. Agronom. J., 1962, 54, 462-463.

[9] BROOKS (O. L.), MILLER (W. J.), BEATY (E. R.) et CLIFTON (C. M.). — Performance of dairy cows fed pelleted and baled coastal Bermuda grass and alfalfa hay. J. Dairy Sci., 1962, 45, 1188-1191.

[10] BULL (L. S.), BUSH (J. D.), FRIEND (B.), HARRIES (J. R.) et JONES (E. W.). — Incidence of ruminal parakeratosis in calves fed different rations and its relation to volatile fatty acid absorption. J. Dairy Sci., 1965, 48, 1459-1466.

[11] CAMPLING (R. C.), FREER (M.) et BALCH (C. C.). — Factors affecting the voluntary intake of food by cows. A preliminary experiment with ground pelleted bray. The British J. of Nutr., 1963, 17, 263-272.

[12] CAMPLING (R. C.) et FREER (M.). — Factors affecting the voluntary intake of food by cows. Experiments with ground pelleted roughages. Brit. J. Of. Nutr., 1966, 20, 229-243.

[13] CAUSERET (J.) et MOCQUOT (G.). — Thermo et radiosensibilité des vitamines. Ann. Nutr. Alim., 1964, C 267 - C 354.

[14] CAZES (J. P.). — Production de bovins précoces à base d'aliments condensés, ses aspects économiques. Rev. Elev. n. spécial 46, 127-132.

[15] Centre d'Economie Rurale du Finistère. — 1952-1972 - Vingt années de mutation dans l'agriculture finistérienne. Le Faou, 17 - 2 - 1972.

[16] CHANAL (M.). — Les aliments déshydratés pour les bovins a viande. Rev. Elev. n. spécial 46, p. 69-76.

[17] COLIN. — Utilisation par les ruminants d'aliments agglomérés. S E I - Etude n. 38, nov. 1968.

[18] DEFAIX (C.). — Aspects techniques et économiques de la production de taurillons de boucherie à partir de fourrages déshydratés. B T I janvier 1969, n. 236, p. 43.

[19] DEMARQUILLY (C.). — Aspects physiologiques de l'utilisation des fourrages agglomérés. Journées I T C F, 24, 25 et 26 janv. 1967.

[20] DEMARQUILLY (C.). — Valeur alimentaire des foins et des fourrages déshydratés. B T I, n. 226, janv. 1968.

[21] DEMARQUILLY (C.). — Les problèmes posés par l'utilisation des fourrages déshydratés par les Ruminants. C E D A G - Journées « Déshydratation des fourrages », 10 et 11 janv. 1968, 27-30.

[22] DEMARQUILLY (C.). — Valeur alimentaire des fourrages déshydratés. Fourrages n. 36, déc. 1968, 45-61.

[23] DEMARQUILLY (C.) et ANDRIEU (J.). — Observations préliminaires sur l'utilisation de la plante de maïs déshydraté et compacté dans l'alimentation des vaches laitières. Ann. Zootechn., 1970, 19, 1, 79.

[24] DEMARQUILLY (C.) et ANDRIEU (J.). — La valeur alimentaire des foins et des fourrages déshydratés. Rev. Elev. n. spécial 48, 85-97.

[25] DEMARQUILLY (C.) et JOURNET (M.). — Valeur alimentaire des foins condensés. Influence de la nature du foin et de la finesse de broyage sur la digestibilité et la quantité ingérée. Ann. Zootechn. 1967, 16, 2, 123-150.

[26] DENEUX (J. P.). — Analyse économique de quelques installations de déshydratation agricole en France. Fourrages n. 48, déc. 1971, 57-79.

[27] DUBOST (J. C.). — Economie de la déshydratation artificielle. C E D A G Journées « Déshydratation des Fourrages » 10 et 11, janv. 1968, 13-20.

[28] FAUCONNEAU. — Les bactéries et les protozoaires libres du rumen. Variations avec le régime alimentaire et le repas. Ann. Nutr. Alim. 1961, XV, 257-309.

[29] FERRANDO. — Pathologie des ruminants exploités intensivement. World Review of Animal Production, 1968, IV, 18, 16-27.

[30] FERRER (A.). — Etude des pertes de caroténoïdes de la luzerne de la vallée de l' « Ebre » par effet de la déshydratation industrielle. Fourrages n. 49, mars 1972, 41-52.

[31] GASTINEAU. — La déshydratation industrielle de la luzerne. Fourrages n. 36, déc. 1968, 45-61.

[32] GAUSSIERES. — L'Ammoniac dans le tube digestif des ruminants. Sa signification. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1966, 6, I, 73-92.

[33] GLEN (D.), O'DELL, KING (W. A.) et COOK (W. C.). — Effect of grinding, pelleting and frequency of feeding of forage on fat percentage of milk production of dairy cows. J. Dairy Sci., 1968, 114, 833-856.

[34] GRIESS (D.). — Cours magistral.

[35] HOGAN (W. H.), BROOKS (O.), BEARY (E. R.) et MAC CREERY (E. R.). — Effect of pelleting coastal bermuda grass on livestock gains. Agronom. J. 1962, 54, 193-195.

[36] HUGUET (L.). — Résultats préliminaires sur l'utilisation des fourrages déshydratés comprimés par les bovins. Fourrages n. 42, juin 1970, 69-83.

[37] I T C F. — Utilisation du maïs déshydratés, de l'ensilage de maïs et de l'urée par les jeunes bovins. QUIMPER essai n. 3 et 4, janv. 1970.

[38] I T C F. — Utilisation du maïs fourrage pour la production de jeunes bovins. QUIMPER essai n. 6, sept. 1970.

[39] JOURNET (M.). — Foins et fourrages déshydratés pour les vaches laitières. Rev. Elev. n. spécial 48, 85-97.

[40] JOURNET (M.) et DEMARQUILLY (C.). — Digestion des foins condensés. Influence du broyage et de la mise en agglomérés sur la digestion du foin de luzerne dans le rumen. Ann. Zootechn., 1967, 16, 4, 307-321.

[41] JOURNET (M.) et HODEN (A.). — Utilisation des fourrages déshydratés par les vaches laitières. Fourrages n. 36, déc. 1968, 62-80.

[42] KING (R. L.) et HEINKEN (R. W.). — Composition of milk produced on pelleted hay and heated corn. J. Dairy Sci., 1962, 45, 1336-1341.

[43] KROHMER (B.). — Ce qu'apporte et ce que coûte la déshydratation. L'Information Agricole n. 415, juin 1971, 49-50.

[44] LARVOR. — Accidents entraînés par l'alimentation à base de fourrages agglomérés ou de céréales. Journées I T C F, 24, 25 et 26 janv. 1967.

[45] LE BARS et VAILLANT. — Biochimie du rumen. Congrès Mondial d'Alimentation Animale - Madrid 1966.

[46] LE BARS. — Physiologie du rumen et incidence chez le bovin précoce. L'Alimentation et la vie, 1968, vol. 56, n. 1, 2, 3.

[47] LELONG (C.). — Utilisation d'une graminée déshydratée sous forme condensée ou compactée pour la production de jeunes bovins. Fourrages n. 46, juin 1971, 133-138.

[48] LIVINGSTON (A. L.), ALLES (M. E.) et KOHLER (G. E.). — Stabilité des acides aminés pendant la déshydratation de la luzerne. J Agricultural Fd Chem., 1971, 19, 5, 947-950.

[49] LOUBET (E.). — Programmation fourragère et emploi optimal d'un atelier de déshydratation des fourrages. C E R E O P A, 1968, série D, n. 2.

[50] Maison de l'Elevage de QUIMPER. — 1 000 analyses - valeur fourragère et minérale des fourrages. Mai 1971.

[51] MANSON (F.). — Ensilage de maïs ou déshydratation ? Producteur Agricole Français n. 100, nov. 1971.

[52] MAQUET. — Les technqiues de déshydratation et la technologie des produits déshydratés. C E D A G. Journées « déshydratation des fourrages », 10 et 11 janv. 1968, 5-12.

[53] MAQUET. — Le fanage et la déshydratation des fourrages. Rev. Elev. n. spécial 48, 71-84.

[54] MARCHADIER (J.). — Les fourrages déshydratés pour les jeunes ovins. Rev. Elevage n. spécial 49, 63-76.

[55] MARCHADIER (M.). — L'utilisation des fourrages déshydratés pour la production de jeunes bovins. Fourrages n. 47, sept. 1971, 89-105.

[56] MARTON DE PROCE. — Déshydratation de la luzerne aux U. S. A. Rev. Elev. n. 3, 1968, 73-79.

[57] MONTAIGU (G.) (rapporteur). — Journées d'information sur la production, la récolte et l'utilisation des fourrages et des céréales et leur transformation en viande de bœuf. I T C F, Paris 24, 25 et 26 janvier 1967.

[58] PEYRAUD (J. C.). — Maïs ensilé ou maïs déshydraté pour les jeunes taurillons. Rev. Elev., n. 12, nov. 1972, 99-103.

[59] Production fourragère et déshydratation. Fourrages n. 41, mars 1970, 235-244.

[60] RUCKEBUSCH (Y.) et MARQUET (J. P.). — Recherche sur le comportement alimentaire chez les ruminants. Influence de la structure physique des aliments. Rev. Méd. Vét., 1963, 114, 833-856.

[61] SEREN (E.). — Nouveaux aspects de la pathologie du rumen des bovins consécutive aux directives alimentaires modernes. Rev. Méd. Vét. 1968, 119, 8-9, 745-760.

[62] SPENDLER (F.). — La déshydratation des fourrages en France. Rev. Elev. juin-juillet 1968, n. 6 et 7, 65-70.

[63] STRASMAN (A.) et MONTAIGU (G.). — La voie sèche. Aspects technologiques. B T I n. 226, janv. 1968.

[64] TILLON. — Maïs fourrage et urée dans la production du taurillon de boucherie en Bretagne. Thèse Alfort 1970.

[65] WOLTER (R.). — Valeur alimentaire de l'ensilage de maïs chez le taurillon de boucherie. Cah. Méd. Vét., 1973, 42, 272-279.

[66] WOODS (W.) et RHODES (R. W.). — Effect of varying roughage to concentrate ratio on the utilization by lambs of ration differing in physical form. J. Animal Sci., 1962, 21, 479-482.

[67] ZELTER (S. Z.). — Les pertes par ensilage. Rev. Elev. n. spécial 48, 71-84.